



TREBALL FINAL DE GRAU



ESCOLA
POLITÈCNICA SUPERIOR
UNIVERSITAT DE LLEIDA
INSPIRING THE FUTURE

Estudiant: GEMMA ANTONI CASASNOVAS

Titulació: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol de Treball Final de Grau: **CARACTERITZACIÓ EXPERIMENTALS DELS DISPOSITIUS PER REFRIGERACIÓ LÍQUIDA**

Director/a: **JÉRÔME BARRAU I GERARD LAGUNA**

Presentació

Mes: Setembre

Any: 2019

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ.....	3
2. OBJECTIUS	4
3. BANC DE PROVES	5
3.1. FILTRE	6
3.2. CABALÍMETRE.....	7
3.3. BOMBA.....	7
3.4. AMORTIDOR HIDRÀULIC	7
3.5. BESCOVIADOR DE CALOR.....	8
3.6. COLUMNA D'AIGUA	8
3.7. PURGA D'AIRE	8
3.8. SENSOR DE PRESSIÓ	9
3.9. TERMOPARELL.....	9
3.10. BANY TERMOSTÀTIC.....	9
3.11. DATA ACQUISITION	10
3.12. FONTS D'ALIMENTACIÓ.....	10
3.13. CÀMERA TÈRMICA.....	11
3.14. MILI-Q.....	11
4. RECOLLIDA DE DADES EN EL BANC DE PROVES	12
5. MILLORES EN EL CIRCUIT HIDRÀULIC.....	15
6. DISPOSITIUS STREAMS	17
7. CARACTERITZACIONS ELÈCTRIQUES DELS DISPOSITIUS STREAMS	21
7.1. MUNTATGE I PROCEDIMENT DE LECTURA.....	21
7.2. RESULTATS.....	22
8. CARACTERITZACIONS HIDRÀULIQUES DELS DISPOSITIUS STREAMS.....	24
8.1. RESULTATS.....	24
9. CONCLUSIONS	28
ANNEXOS.....	29
ANNEX I: FILTRE.....	30
ANNEX II: CABALÍMETRE	33
ANNEX III: BOMBA.....	38
ANNEX IV: AMORTIDOR HIDRÀULIC.....	65

ANNEX V: BESCOVIADOR DE CALOR	68
ANNEX VI: SENSOR DE PRESSIÓ	70
ANNEX VII: TERMOPARELLS	73
ANNEX VIII: BANY TERMOSTÀTIC	75
ANNEX IX: DATA ACQUISITION	81
ANNEX X: FONTS D'ALIMENTACIÓ	110
ANNEX XI: CÀMERA	119
ANNEX XII: RECOLLIDA DE DADES EN EL BANC DE PROVES	132
ANNEX XIII: RESULTATS CARACTERITZACIONS ELÈCTRIQUES	138
ANNEX XIV: RESULTATS CARACTERITZACIONS HIDRÀULIQUES	175

1. INTRODUCCIÓ

Aquest treball de final de grau està vinculat amb el projecte europeu STREAMS horitzó 2020 (Smart Technologies for eneRgy Efficient Active cooling in Advenced Microelectronic Systems), desenvolupara una solució genèrica de gestió tèrmica basada en micro i nanotecnologies, adaptable a una gran part d'aplicacions TIC i garantint sistemes fiables i d'alt rendiment.

El rendiment d'una tecnologia de gestió tèrmica es determina bàsicament per tres indicadors físics:

1. Eficiència de refredament: La qualitat de la transferència de calor a la font freda es representa amb el coeficient de transferència de calor h , descrit en la relació $h = v\rho C_p$. On la C_p és la capacitat de calor específica, la ρ és la densitat del líquid de refrigeració i la v és la seva velocitat. Amb aquesta relació, el refredament líquid és altament desitjable, ja que aporta fins a tres ordres d'augment de magnitud en h respecte la refrigeració amb aire.
2. Compacitat: Les solucions de refrigeració líquida són més compactes que la refrigeració amb l'aire, almenys en la regió de transferència de calor.
3. Consum: El refredament actiu és el que té major consum energètic, però menor amb fluids de baixa viscositat com l'aire, en comparació amb l'aigua.

De manera que les proves de concepte del projecte STREAMS tenen l'objectiu d'aconseguir una solució de gestió tèrmica de refrigeració activa, intel·ligent, adaptable i integrada, reduint un 70% el guix del dispositiu, mantenint l'alta eficiència de les solucions actuals de refrigeració líquida. Tanmateix, una disminució del 50% del consum d'energia associada a la gestió tèrmica de refrigeració amb aigua. El projecte STREAMS ha dissenyat una varietat de dispositius amb els que es duren a terme les proves de concepte per tal de poder aconseguir els objectius marcats.

L'objectiu d'aquest treball és la caracterització prèvia que cal realitzar en els dispositius de prova per a la posterior realització de les proves de concepte. S'entén per caracterització l'anàlisi realitzat a un objecte amb la finalitat d'obtenir les seves propietats i característiques bàsiques. Les caracteritzacions que es duen a terme en cada dispositiu de prova són tant elèctriques com hidràuliques. El que s'espera d'aquestes caracteritzacions són les demostracions de les hipòtesis inicials, és a dir, pel que fa a la part elèctrica s'espera obtenir el valor del pendent de la variació de resistència en funció de la temperatura demostrant així que les resistències RTD augmenten linealment la resistència en funció de la temperatura. Pel que fa a la part hidràulica es pretén determinar les condicions de treball màximes de cada dispositiu STREAMS i avaluar l'efecte de les diferents geometries internes, demostrant que el fet de contenir vàlvules augmenta considerablement la diferència de pressió en el dispositiu.

Altrament, per assolir les proves de concepte predefinides en el projecte STREAMS, s'ha anat millorant el banc de proves existent donant així solució a diferents problemàtiques que han anat sorgint al llarg de les caracteritzacions dels dispositius. D'aquesta manera que s'ha provat i millorat el banc de proves per a la posterior realització de les proves de concepte del projecte STREAMS.

2. OBJECTIUS

Amb la finalitat de poder realitzar les proves de concepte, definides en el projecte STERAMS, en aquest treball es pretén realitzar les caracteritzacions elèctriques i hidràuliques dels diferents dispositius de refrigeració líquida. La finalitat de les caracteritzacions és poder obtenir les característiques principals de cada dispositiu, obtenint així la certesa d'un bon funcionament i les condicions de treball màximes de cada un d'ells. En aquest procés, també s'avalua el funcionament del banc de proves i s'espera poder millorar-lo per a la posterior realització de les proves de concepte del projecte STREAMS.

3. BANC DE PROVES

Els dos objectius principals que s'han d'assolir mitjançant el banc de proves són:

1. La validació experimental dels dispositius dissenyats en el projecte STREAMS.
2. La realització de les proves de concepte del projecte STREAMS.

Per una banda les proves de validació experimental consisteixen en la verificació del bon funcionament de cada un dels dispositius. Per l'altra banda les proves de concepte tenen com a finalitat demostrar que la tecnologia desenvolupada pel projecte STREAMS és capaç de refrigerar un dispositiu electrònic d'alta densitat de potència de manera eficient. Això s'aconsegueix usant les geometries dissenyades i limitant la temperatura màxima del dispositiu gràcies a la regulació del cabal en funció de la temperatura del chip mesurada amb els RTD i/o la càmera tèrmica.

En el circuit tancat del banc de proves el fluid hi circula en sentit horari. Aquest surt del filtre, que compleix tant la funció de filtre com la de dipòsit, així doncs fa tota la volta al circuit i torna al filtre gràcies a la impulsió de la bomba, una bomba de membrana. Seguidament passa per un amortidor hidràulic, per tal d'estabilitzar tant el rissat del cabal com la pressió generada amb la bomba de membrana. Després passa pel bescanviador de calor, el qual donarà la temperatura requerida al circuit, marcada per la consigna del bany temostàtic. Finalment, tant abans com després de l'entrada i la sortida del dispositiu STREAMS, es troba una columna d'aigua, un sensor de pressió i un termoparell, a diferència de la sortida en l'entrada s'hi troba també una purga d'aire per tal d'evitar l'entrada d'aire en el dispositiu de prova.

A més a més també es fa ús d'una càmera tèrmica amb l'objectiu de poder obtenir el mapa tèrmic del dispositiu en la realització de les proves, del data acquisition per tal de recollir tota la informació de les proves, de les fonts d'alimentació per poder subministrar potència als dispositius dissenyats i d'un ordinador.

A continuació es mostra una petita descripció de cada un dels elements que formen el banc de proves així com també en la Figura 1 queda reflexat el lloc que ocupa cada un d'ells en el circuit.

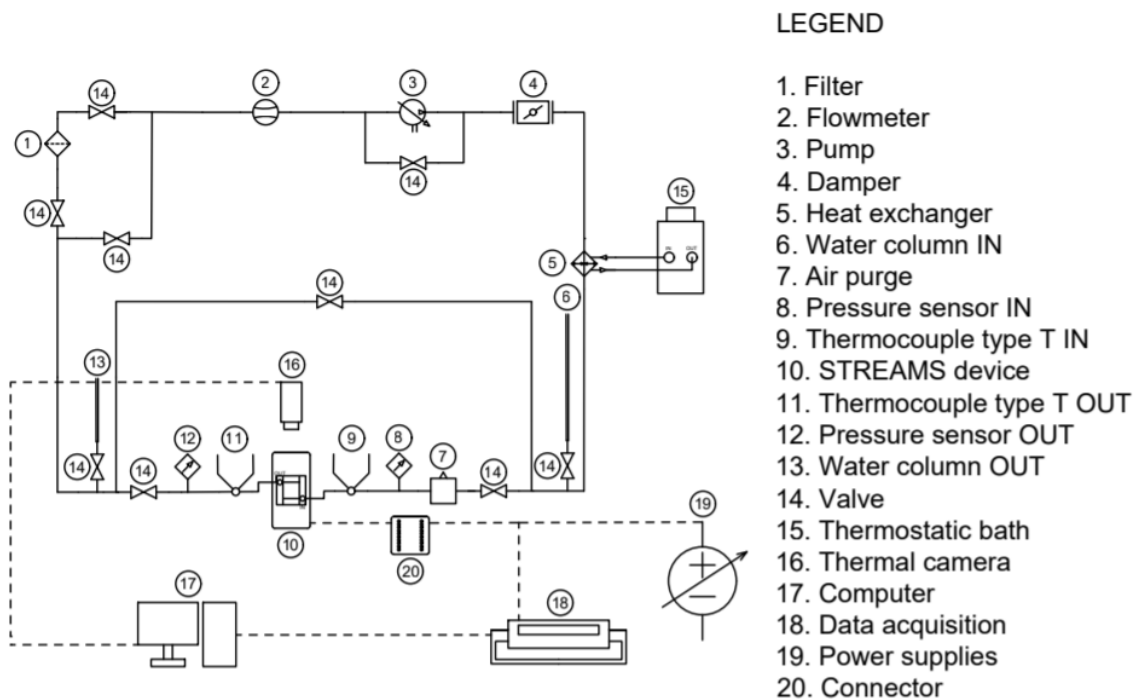


Figura 1: Esquema general del banc de proves.

3.1. FILTRE



Figura 2: Filtre.

Descripció: El filtre escollit té la funció de filtrar qualsevol residu ocasionat en l'interior del circuit per tal de protegir el dispositiu STREAMS, a més d'això també compleix amb la funció de dipòsit, així doncs, s'assegura que el circuit sempre tingui fluid i s'evita l'entrada d'aire.

Aquest és un filtre de sediments de polipropilè de 5 micres, el qual és adient per tal d'evitar problemes de corrosió.

Model : SPH_10.

Annex: I.

3.2. CABALÍMETRE



Descripció: Es requereix un mesurador de cabal per conèixer en cada moment el flux d'aigua a través del dispositiu de refrigeració. S'escull aquest mesurador de flux perquè s'estima que el cabal ha d'estar per sota de 80 ml/min i per la seva compatibilitat amb LabVIEW.

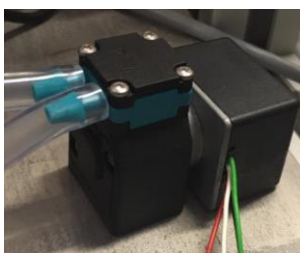
Aquest mesurador de flux té tres rangs de mesures que l'usuari pot canviar; el petit interval de 0,2 a 5 kg/h, el rang normal de 1 a 100 kg/h i el rang alt de 3 a 300 kg/h. S'estableix l'interval normal com a rang d'operació. La precisió d'aquest dispositiu és superior al $\pm 1\%$ de la mesura quan és superior a 10 kg/h treballant en rang normal.

Figura 3: Cabalímetre.

Model: M15 de Bronkhorst CORI-TEACH.

Annex: II.

3.3. BOMBA



Descripció: La bomba és un dels aspectes més rellevants en el circuit, aquesta és una bomba de membrana amb una potència de 0.9 W i amb un voltatge de control de 0 a 5 V. El cabal bombat per la bomba va condicionat pel voltatge de control que a través de la font d'alimentació es pot controlar manualment o amb el LabVIEW.

Model: NF 5 KPDCB-4.

Annex: III.

Figura 4: Bomba del circuit.

3.4. AMORTIDOR HIDRÀULIC



Descripció: El motiu de la necessitat d'un amortidor hidràulic ve degut a l'ús d'una bomba de membrana, bomba escollida per al funcionament del circuit, descrita anteriorment. Amb el amortidor hidràulic s'aconsegueix reduir la fluctuació de cabal i pressió entre les pulsacions de la bomba.

Figura 5: Amortidor hidràulic recomanat per treballar amb la bomba escollida.

Model: FPD06KPZ.

Annex: IV.

3.5. BESCANVIADOR DE CALOR



Descripció: El bescanviador de calor a plaques és l'encarregat de produir un intercanvi de calor entre el fluid provinent del bany termostàtic i el fluid del circuit. L'intercanvi de calor es genera en el seu interior, és a dir, per les plaques del bescanviador, de forma alterna, hi circula el fluid del bany termostàtic i en la direcció oposada hi circula el fluid del circuit. La temperatura màxima de treball del bescanviador de calor són +200°C.

Model: IDS 14-20H.

Annex: V.

Figura 6: Bescanviador de pressió. Els dos tubs de l'esquerra són l'entrada i la sortida del fluid del bany termostàtic i els dos tubs de la dreta són l'entrada i sortida del fluid del circuit.

3.6. COLUMNA D'AIGUA



Descripció: S'han instal·lat 2 columnes d'aigua, abans de l'entrada al dispositiu i l'altra després de la sortida. Aquestes tenen la funció d'evitar sobrepassar la diferència de pressió màxima dins del dispositiu a la qual les vàlvules es podrien deformar. En cas de sobrepassar la pressió màxima el fluid del circuit ompliria les columnes fins al punt de sobreixir, fent així que la pressió en l'interior del dispositiu no sobrepassi el seu màxim, de manera que les columnes serveixen per a mostrar la diferència de pressió en el dispositiu de prova i com a element de seguretat.

Figura 7: Columnes d'aigua.

3.7. PURGA D'AIRE



Descripció: Element encarregat d'evitar l'entrada de bombolles d'aire cap a l'interior del dispositiu STREAMS. Aquest element ha estat construït al laboratori expressament per aquesta funció, esta constituït per una xeringa, 2 broquets rígids de diàmetre 3,2 a 4 mm, tub flexible de diàmetre 3,2mm, una pinça de pala abatible i resina Silcoset 158 acc silicones. Totes les bombolles que hi queden atrapades surten per pressió en el moment de treure la pinça.

Figura 8: Capturador de bombolles casolà.

3.8. SENSOR DE PRESSIÓ



Descripció: Per tal de poder saber el diferencial de pressió entre l'entrada i la sortida del dispositiu STREAMS s'utilitza un parell de sensors de pressió, un just abans de l'entrada i l'altre just després de la sortida. Es selecciona un sensor de pressió amb un rang de 0 a 250 mbar G. La precisió d'aquest dispositiu és de $\pm 0.25\%$ del rang de mesura.

Model: 8285701.

Annex: VI.

Figura 9: Sensor capacitiu de pressió.

3.9. TERMOPARELL



Descripció: Els termoparells són els que permeten la lectura de temperatura. Els termoparells són de tipus T amb una precisió de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ de -40 a 125°C o $\pm 0,4\%$ de la mesura de 125 a 350°C . En aquest projecte s'espera que la temperatura més alta sigui inferior a 100°C , de manera que en aquesta condició la precisió serà de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Model: EN 60584-2 Thermocouple type T.

Annex: VII.

Figura 10: Sensor de temperatura.

3.10. BANY TERMOSTÀTIC



Descripció: Amb l'objectiu de poder controlar la temperatura del fluid en l'entrada del dispositiu STREAMS, es requereix l'ús d'un bany termostàtic. Aquest és compatible amb LabVIEW i és capaç de donar una temperatura uniforme en el rang de -20 a 200°C que engloba el rang de funcionament del projecte de 20 a 50°C . Aquest dispositiu proporciona una estabilitat a la temperatura de $\pm 0.005^{\circ}\text{C}$.

Model: PolyScience PD07R-20-A12E.

Annex: VIII.

Figura 11: Bany termostàtic.

3.11. DATA ACQUISITION



Figura 12: Data acquisition, en el seu interior s'hi introdueixen els tres multiplexos.

Descripció: Es requereix un data acquisition per poder rebre totes les dades dels termoparells, dels sensors de pressió i per a la realització de les lectures de voltatges requerides. El data acquisition es pot controlar mitjançant LabVIEW amb una precisió de $\pm 0,004\%$ del valor mesurat. Aquest dispositiu es va adquirir amb tres mòduls de lectura, dos multiplexor 34901A i un 34907A.

El mòdul 34901A té 20 canals d'entrada per llegir la temperatura dels termoparells, el voltatge procedent dels sensors de pressió que posteriorment es converteix en el diferencial i la diferència de potencial que hi ha en les resistències shunt a més a més de la caiguda de tensió en les RTD. Aquest primer també compta amb 2 canals per tal de poder realitzar lectures d'intensitats. El 34907A és un mòdul multi funció escollit perquè la funcionalitat del totalitzador pugui llegir els polsos que fa la bomba per poder saber a la velocitat que està funcionant.

Model: Keysight 34972A.

Annex: IX.

3.12. FONTS D'ALIMENTACIÓ



Figura 13: Font d'alimentació pel control de la bomba.

Descripció: Per tal de poder controlar la potència que ofereixen els heaters que simulen el microxip, es necessita una font de potència controlada. Es treballa amb dos tipus de fonts d'alimentació, les primeres consten de dos canals programables que es controlen mitjançant el LabVIEW i que poden donar 30 V i 3 A cada canal i el tercer és una sortida fixa seleccionable que pot oferir entre 2,5 V / 3,3 V / 5 V amb una intensitat de 3 A. Aporten una precisió de la tensió de sortida de $\pm 0,5\%$ de la lectura més 2 dígits. Amb aquest dispositiu es pot realitzar el control del flux de calor i el control de potència de la bomba.

Model : Metrix AX 1360-P.

Annex: X.



Les segones són fonts d'alimentació d'un canal programable que també va controlat pel Labview i que pot donar 200 V i 4 A. Tenen una precisió de menys del 0.1% del valor nominal. Amb aquestes segones es realitza el control del flux de calor.

Model: PSI 9200-04T

Annex: X.

Figura 14: Fonts d'alimentació que van connectades a les RTD.

3.13. CÀMERA TÈRMICA



Descripció: Com a element de seguretat i també per tal de poder veure què passa a l'interior del dispositiu, es requereix d'una càmera IR. Presenta la possibilitat de gravar fins a 200 Hz, és compatible amb el LabVIEW, té el seu propi programari per processar les imatges i és possible col·locar una lent macro per tal de poder visualitzar objectes d'escala micromètrica. Aquest dispositiu té una precisió de $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ o un $\pm 2,00\%$ de la lectura.

Model: FLIR A655sc

Annex: XI.

Figura 15: Càmera tèrmica amb objectiu.

3.14. MILI-Q



Figura 16: Mili-Q usada com a fluid de treball en el circuit.

Descripció: Mili-Q és aigua purificada i desionitzada en un alt grau. S'entén per aigua purificada aquella que s'hi ha eliminat totes les impureses que hi poden existir.

S'entén per aigua desionitzada o desmineralitzada aquella que se li extrauen els cations, ions amb càrrega elèctrica positiva, com el sodi, el calci, el ferro, el coure,... i els anions, ions amb càrrega elèctrica negativa, com el carbonat, el fluorur, el clorur,... mitjançant un procés d'intercanvi iònic. Això vol dir que s'ha extret tots els ions a excepció del ió d'hidrogen.

Es diferencia de l'aigua destil·lada pel fet de no haver patit cap canvi de fase, tot i que es pot considerar com a un tipus d'aigua destil·lada.

L'aigua Mili-Q és el fluid usat en el circuit de refrigeració ja que no conté minerals ni impureses que es puguin dipositar o malmetre en l'interior del dispositiu STREAMS.

4. RECOLLIDA DE DADES EN EL BANC DE PROVES

Un dels requeriments del banc de proves és obtenir un mapa tèrmic a través de la mesura de les RTD (Resistance Temperature Detector), així doncs s'ha de poder mesurar la temperatura de cada una d'elles. S'entén per RTD una resistència amb quatre potes, on dues s'utilitzen per al subministrament de potència i les altres dues per llegir la caiguda de potència en la resistència. A partir de la caiguda de potència i la mesura d'intensitat en la RTD, aplicant la llei d'Ohm, es pot saber la resistència que presenta cada RTD. Així doncs, sabent la resistència es pot saber la temperatura a la que està, ja que la resistivitat d'una RDT augmenta linealment amb la temperatura.

La temperatura d'una RTD ve determinada per l'equació següent:

$$T = \frac{\frac{R}{R_0} - 1}{\alpha} + T_0 \quad (\text{EQ. 1})$$

α [1/°C]: Pendent de la variació de resistència en funció de la temperatura entre la resistència nominal.

T [°C]: temperatura instantània de les RTD.

T_0 [°C]: temperatura de referència.

R [Ω]: resistència instantània obtinguda a través de la llei d'Ohm.

R_0 [Ω]: resistència a temperatura T_0 , anomenada resistència nominal.

Hi ha 2 dues temperatures de referència estàndards per donar la resistència nominal, de 0 o 20°C, en aquest cas s'ha treballat amb una temperatura de referència de 20°C.

En la part superior de cada dispositiu STREAMS, hi ha un total de 16 RTD repartides en quatre zones. En cada zona, anomenada TTC (thermal test chip), hi ha 4 RTD, anomenades Perimetral (PH), Hotspot esquerre (HP_L), central (CH) i Hotspot dret (HP_R).

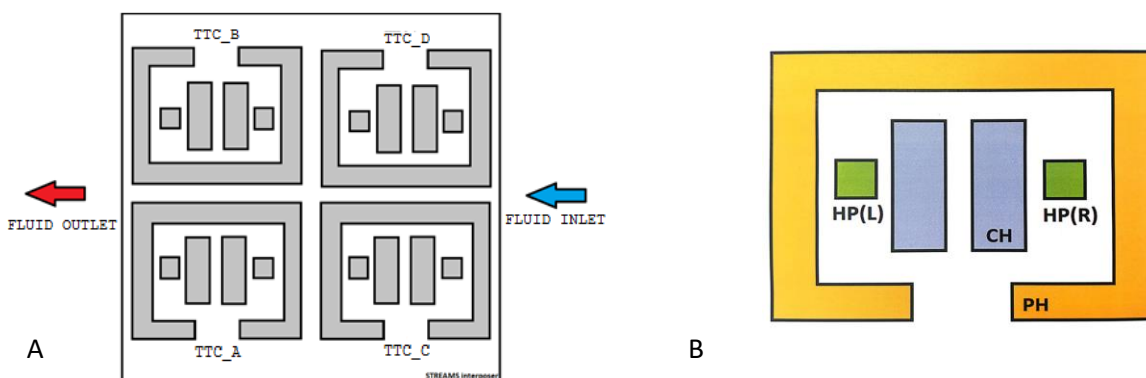


Figura 17: A) Ubicació dels quatre TTC sobre els dispositius STREAMS. B) Nomenclatura dels diferents RTD en cada TTC.

Les connexions efectuades en cada TTC del dispositiu STREAMS als connectors són les següents:

Taula 1: Connexions del dispositiu STREAMS al connectors.

PINS	CONNEXIONS TTC_A I TTC_D	PINS	CONNEXIONS TTC_C I TTC_B
1	Peripheral Power (PH_P)	11	Peripheral Power (PH_P)
2	Peripheral Sensing (PH_S)	12	Peripheral Sensing (PH_S)
3	Hot spot left Sensing (HP(L)_S)	13	Hot spot left Sensing (HP(L)_S)
4	Hot spot left Power (HP(L)_P)	14	Hot spot left Power (HP(L)_P)
5	Central Power(CH_P)	15	Central Power(CH_P)
6	Central Sensing (CH_S)	16	Central Sensing (CH_S)
7	Hot spot right Sensing (HP(R)_S)	17	Hot spot right Sensing (HP(R)_S)
8	Hot spot right Power(HP(R)_P)	18	Hot spot right Power(HP(R)_P)
9	Ground Power (GND_P)	19	Ground Power (GND_P)
10	Ground Sensing (GND_S)	20	Ground Sensing (GND_S)

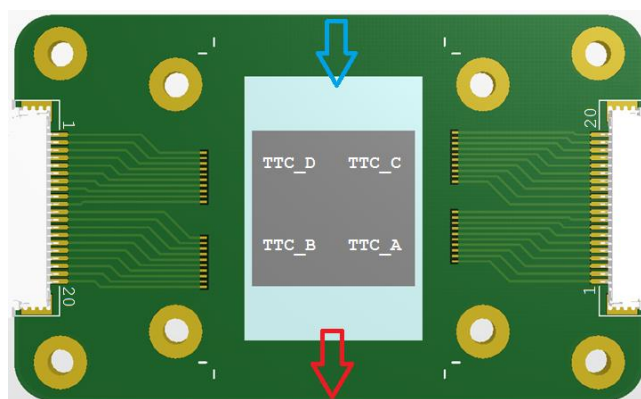


Figura 18: Connexions del dispositiu STREAMS, del pin 1 al 20 pels TTC D i B i del pin 1 al 20 pels TTC A i C.

Totes quatre TTC presenten les mateixes característiques i el mateix funcionament a excepció de la numeració dels pins que queden definits en la Taula 1. Així doncs, es desenvolupa l'explicació del procediment de l'obtenció de les temperatures en cada una de les RTD parlant únicament del TTC_A.

El procediment de mesura, hi ha l'esquema de connexions a l'annex XII, consisteix en connectar a cada pin una resistència shunt a excepció dels pins de terra. S'entén per resistència shunt aquella que s'utilitza amb la finalitat de determinar la intensitat de corrent elèctrica que flueix a través d'ella mateixa, mitjançant la mesura de la diferència de voltatge que té ($I=V/R$).

Les connexions amb els pins de "Power", pins 1, 4, 5 i 8, són per alimentar les RTD i també per a mesurar la caiguda de tensió que hi ha en les resistències shunt, així doncs amb el valor de les resistències i sabent la caiguda de tensió en elles se sap la intensitat que hi circula. Les connexions entre els pins de "Sensing", pins 2, 3, 6 i 7, i el negatiu del sensing, pin 10, són per fer la lectura de caiguda de voltatge de cada RTD, aquestes mesures de voltatge es realitzen amb el data acquisition.

A més a més, també cal tenir en compte les connexions dels termoparells, dels sensors de pressió i de la bomba, aquestes es mostren en l'annex XII. Els termoparells ocupen els canals 1 i 2 del primer multiplexor del data acquisition, en el canal 1 es realitza la lectura de la temperatura de sortida del dispositiu STREAMS i en el canal 2 la d'entrada. Els sensors de pressió van connectats en els canals 3 i 4 del primer multiplexor del data acquisition, en el canal 3 es realitza la lectura de la pressió de sortida del dispositiu STREAMS i en el canal 4 la d'entrada.

Finalment, les connexions de la bomba, que queden definides en l'annex XII, es realitzen entre la font controlada, la font d'alimentació de la bomba i el segon multiplexor del data acquisition. La bomba té 4 connexions, aquestes són el positiu de la font d'alimentació, el positiu del voltatge de control, la realimentació de la bomba que va connectada al totalitzador del segon multiplexor i el negatiu que és comú en la bomba, la font d'alimentació, el voltatge de control i en el totalitzador.

5. MILLORES EN EL CIRCUIT HIDRÀULIC

A partir de les connexions hidràuliques mostrades en la Figura 19 s'aconsegueix la canalització del fluid i la refrigeració del dispositiu.

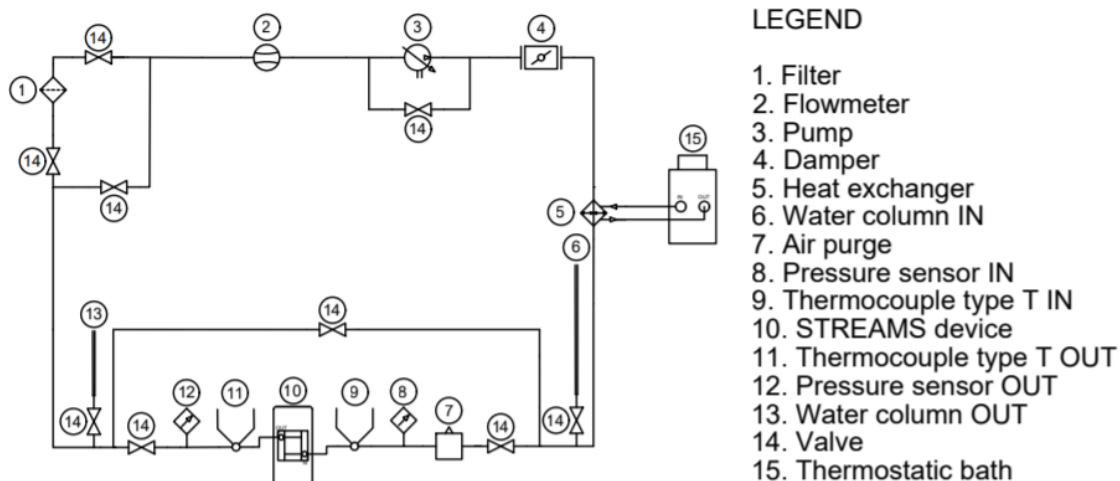


Figura 19: Esquema hidràulic del banc de proves.

En el circuit hidràulic mostrat en la Figura 19 cal destacar l'ús dels tres bypass, de les columnes d'aigua i de la purga d'aire.

Taula 2: Funcionalitat dels diferents sistemes hidràulics emprats en el circuit hidràulic del banc de proves.

SISTEMES HIDRÀULICS	FUNCIONALITAT
Bypass del filtre	Proporciona l'opció de poder evitar el contacte amb l'aire de dins del dipòsit.
Bypass de la bomba	Permet tenir regulació del cabal bombat per la bomba.
Bypass del dispositiu STREAMS	Aquest bypass és el més usat ja que permet evitar que el fluid circuli pel dispositiu STREAMS.
Columnes d'aigua	Instal·lades com a dispositiu de seguretat per a evitar sobrepressions.
Purga d'aire	Instal·lat com a dispositiu de seguretat per tal d'evitar l'entrada de bombolles d'aire en el dispositiu STREAMS.
Vàlvules en les columnes d'aigua	Aquestes permeten realitzar un canvi sobtat del cabal i que la totalitat del fluid passi a l'instant pel dispositiu STREAMS. En l'absència d'aquestes vàlvules, en un augment sobtat de cabal, el primer que fa el fluid és omplir les columnes d'aigua fins igualar la diferència de pressió que oposa el dispositiu amb la pressió que exerceix la pròpia columna d'aigua. Per tant la variació de cabal que circula pel dispositiu STREAMS està amortida pel temps d'ompliment de la columna d'aigua fins equilibrar l'alçada de la columna amb la caiguda de pressió del dispositiu.

Un cop muntat el banc de proves i havent iniciat les proves s'han hagut de realitzar un parell de modificacions en les connexions dels dispositius de proves per augmentar la seva vida útil i per aconseguir les mesures de temperatura el més pròximes a l'entrada i sortida del dispositiu.

La primera és instal·lar unes connexions fixes i rígides a cada dispositiu de prova, broquets hidràulics, en les entrades i sorties. Així es facilita la connexió i desconnexió amb el banc de proves i s'evita qualsevol desperfecte durant aquesta manipulació. La segona consisteix en aprofitar aquestes unions rígides per fer-hi passar els termoparells per dins i endinsar-los el màxim possible fins l'entrada i sortida del dispositiu STREAMS obtenint així la lectura de temperatura del fluids just en la entrada i en la sortida del dispositiu.

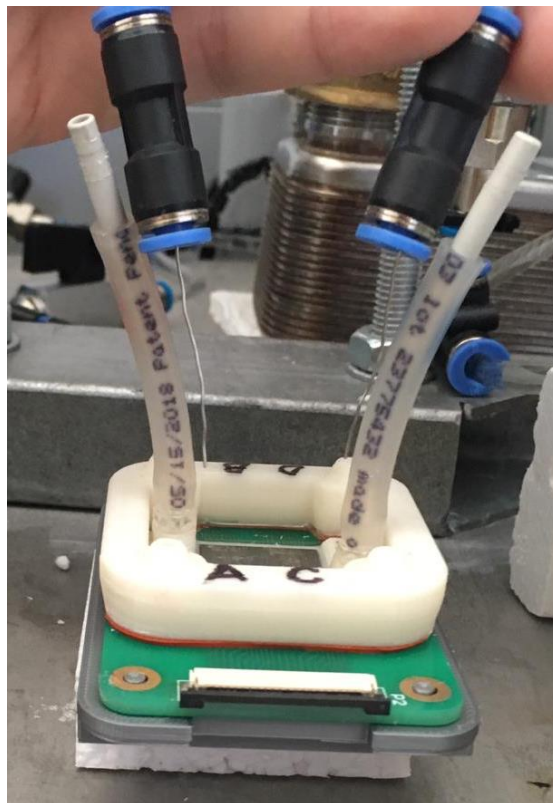


Figura 20: Broquets hidràulics en les entrades i sortides del dispositiu STREAMS i entrada dels termoparells fins les entrades i sortides pròpies del dispositiu STREAMS.

6. DISPOSITIUS STREAMS

En el projecte STREAMS s'ha realitzat el disseny i la fabricació de diferents dispositius els quals s'han caracteritzat en aquest banc de proves i amb els que s'han realitzat les proves de concepte del projecte. A continuació es fa una petita descripció de les diferents característiques de cada un. En les següents imatges de cada dispositiu cal tenir en compte que l'entrada del distribuïdor es situa a la dreta i la sortida a l'esquerra.

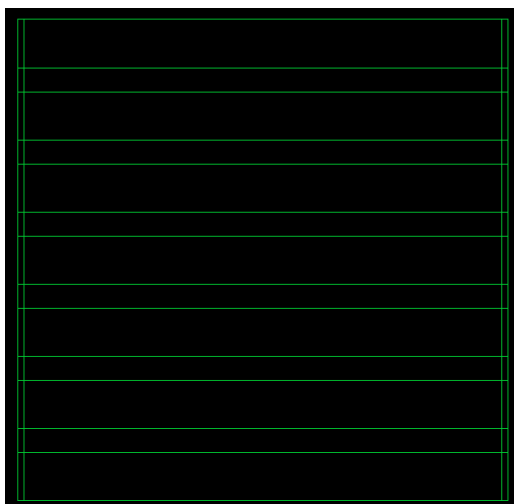


Figura 21: Configuració del dispositiu D1.

Dispositiu: D1.

Geometria: Microcanals.

Vàlvules: No.

Aletes: No.

Alçada: 80 μm .

Descripció: Dispositiu amb un total de 7 microcanals buits de 1950 μm d'ample i amb separacions de 975 μm d'ample.

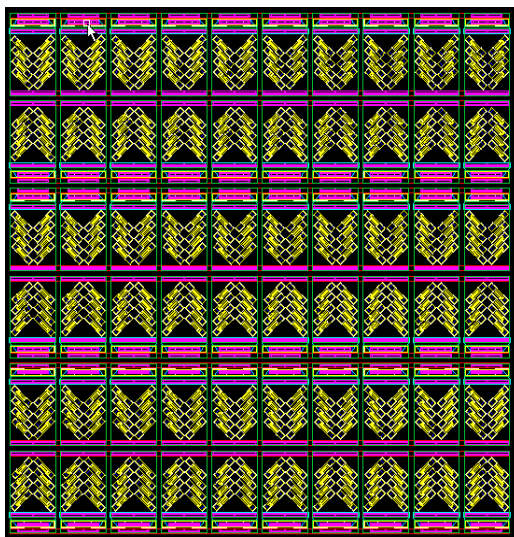


Figura 22: Configuracions dels dispositius D2 i D9.

Dispositius: D2 i D9.

Geometria: Matriu de cel·les.

Vàlvules: Sí.

Aletes: Sí.

Alçada: 80 μm .

Descripció: Dispositiu amb un total 60 cel·les, 6 per columna i 10 per fila. Cada cel·la, de 3250x1950 μm , té un total de 8 aletes mòbils distribuïdes simètricament, en la part superior de cada una d'elles s'hi ubiquen els fingers.

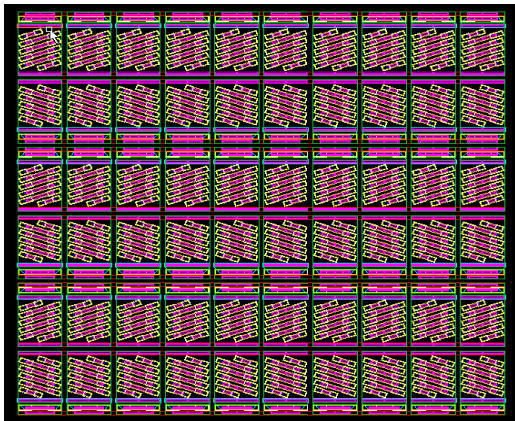


Figura 23: Configuració del dispositiu D3.

Dispositiu: D3.

Geometria: Matriu de cel·les.

Vàlvules: Si.

Aletes: Si.

Alçada: 80 μm .

Descripció: Dispositiu amb un total 60 cel·les, 6 per columna i 10 per fila. Cada cel·la, de 3250x1950 μm , està constituïda per un conjunt de 6 aletes mòbils i amb un forat just a sota.



Figura 24: Configuració del dispositiu D4.

Dispositiu: D4.

Geometria: Matriu de cel·les.

Vàlvules: Si.

Aletes: Si.

Alçada: 80 μm .

Descripció: Dispositiu amb un total 60 cel·les, 6 per columna i 10 per fila. Cada cel·la, de 3250x1950 μm , està constituïda per un conjunt de 6 aletes mòbils.

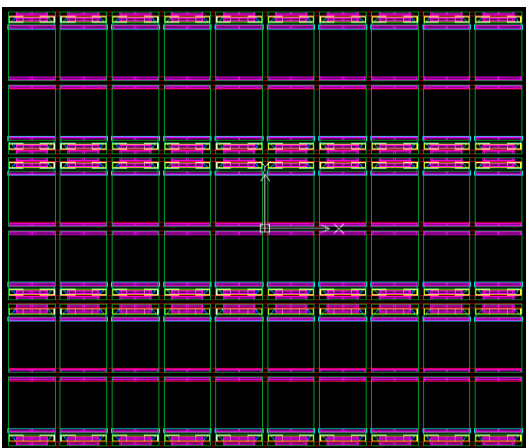


Figura 25: Configuració del dispositiu D5.

Dispositiu: D5.

Geometria: Matriu de cel·les.

Vàlvules: Si.

Aletes: No.

Alçada: 80 μm .

Descripció: Dispositiu amb un total 60 cel·les, 6 per columna i 10 per fila. Aquest dispositiu conté les cel·les buides de 3550x1950 μm .



Figura 26: Configuracions dels dispositius D6 i D7.

Dispositiu: D6 i D7.

Geometria: Matriu de cel·les.

Vàlvules: Si.

Aletes: Si.

Alçada: 80 μm .

Descripció: Dispositiu amb un total 60 cel·les, 6 per columna i 10 per fila. Cada cel·la, de 3250x1950 μm , està constituïda per un total de 8 aletes mòbils distribuïdes simètricament.

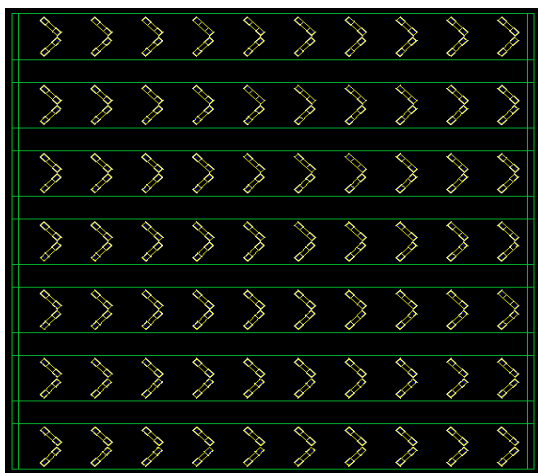


Figura 27: Configuració del dispositiu D8.

Dispositiu: D8.

Geometria: Microcanals.

Vàlvules: No.

Aletes: Si.

Alçada: 80 μm .

Descripció: Dispositiu amb un total de 7 microcanals de 1950 μm d'ample i amb separacions de 975 μm d'ample. Cada microcanal conté un total de 20 aletes mòbils col·locades simètricament.

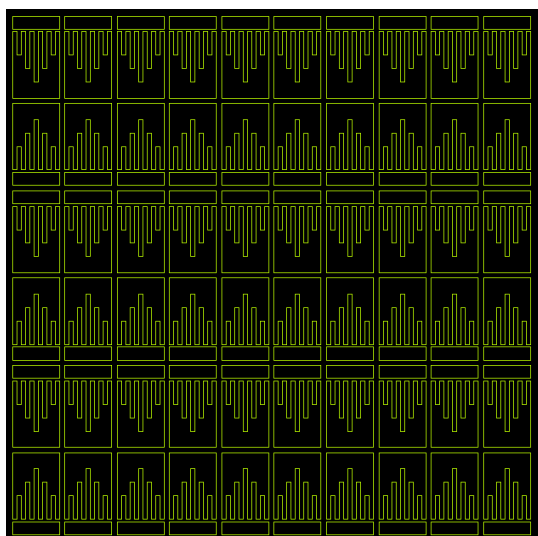


Figura 28: Configuració del dispositiu F2.

Dispositiu: F2.

Geometria: Matriu de cel·les.

Vàlvules: No.

Aletes: No.

Alçada: 400 μm .

Descripció: Dispositiu amb un total 60 cel·les, 6 per columna i 10 per fila. Cada cel·la, de 3250x1950 μm , està constituïda per un total de 6 microcanals adaptats.

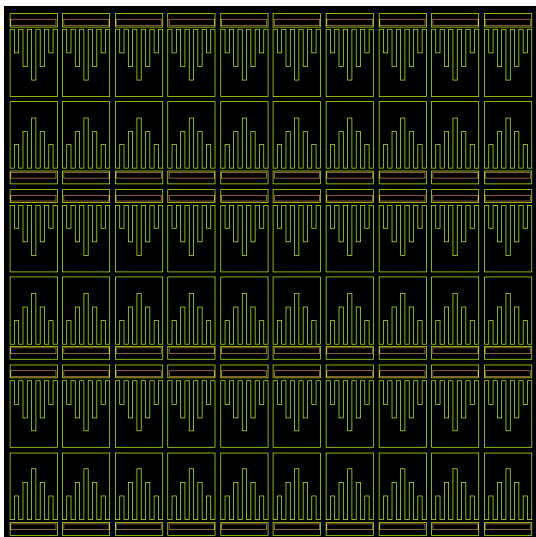


Figura 29: Configuració del dispositiu F5.

Dispositiu: F5.

Geometria: Matriu de cel·les.

Vàlvules: Si.

Aletes: No.

Alçada: 400 μm .

Descripció: Dispositiu amb un total 60 cel·les, 6 per columna i 10 per fila. Cada cel·la, de 3250x1950 μm , està constituïda per un total de 6 microcanals adaptats.

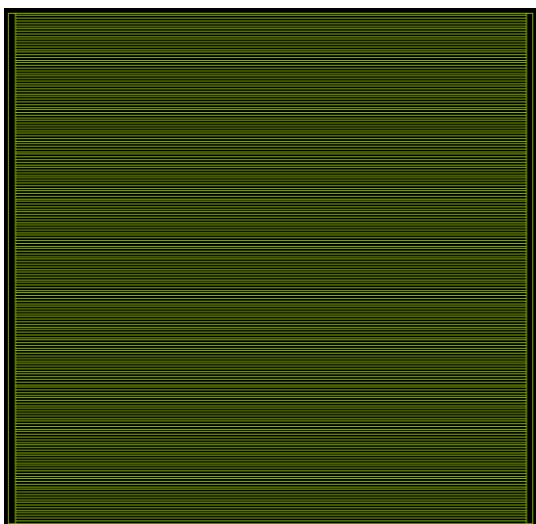


Figura 30: Configuració del dispositiu F8.

Dispositiu: F8.

Geometria: Microcanals.

Vàlvules: No.

Aletes: No.

Alçada: 400 μm .

Descripció: Dispositiu amb un total de 98 microcanals buits de 100 μm d'ample i amb separacions de 100 μm d'ample.

7. CARACTERITZACIONS ELÈCTRIQUES DELS DISPOSITIUS

STREAMS

És important caracteritzar els diferents dispositius de prova abans d'iniciar les proves de concepte del projecte STREAMS. Les caracteritzacions elèctriques de les RDT tenen com a objectiu obtenir la relació entre la temperatura a la que es troben i la resistència, obtinguda mitjançant la lectura de voltatge i intensitat. Per prendre aquestes lectures la temperatura en el dispositiu ha de ser constant i uniforme és per això que les caracteritzacions es realitzen amb el dispositiu dins del bany termostàtic. A través del bany es controla la temperatura de treball a la que està el dispositiu.

En la lectura de voltatge i intensitat els dispositiu han d'estar connectats a la font d'alimentació ja que per poder realitzar les lectures cal enviar un voltatge mínim a la RTD. El voltatge enviat per la font ha de ser el mínim per a que l'aportació energètica no influeixi en la temperatura de la RTD i alhora ha de ser suficient per a que la intensitat que hi circuli sigui fàcilment mesurable.

En la taula següent es mostra el llistat de material emprat en la caracterització de les RTD d'un dispositiu STREAMS:

Taula 3: Material per a la realització d'una caracterització elèctrica.

ELEMENT	UNITATS
Bany termostàtic	1
Multímetre	2
Font d'alimentació	1
Bus de 20 cables	2
Connector	2
Bossa amb tanca hermètica	1
Cargols	20

7.1. MUNTATGE I PROCEDIMENT DE LECTURA

La realització de les caracteritzacions elèctriques requereix un petit muntatge, el qual es divideix en dues parts. La primera part fa referència al muntatge amb el bany termostàtic, consisteix en introduir en una bossa de tanca hermètica el dispositiu i els cargols per tal de donar un cert pes i així garantir que el dispositiu quedi totalment submergit en el bany termostàtic. De la bossa hermètica en surten dos busos de 20 cables que connecten els pins de sortida del dispositiu i als connectors.

La segona part són les connexions que hi ha entre el dispositiu els dos multímetre i la font. En la Figura 31 es mostra l'esquema de connexions realitzat.

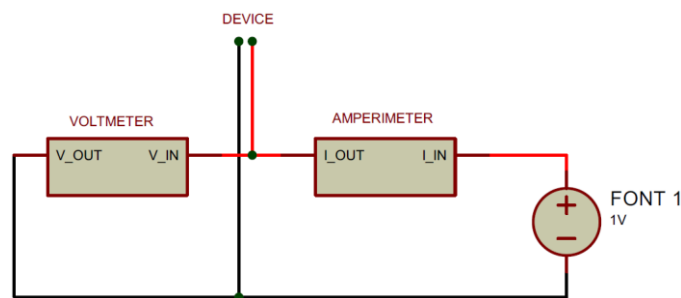


Figura 31: Esquema elèctric de les connexions per a la caracterització elèctrica

Un cop el bany termostàtic s'estabilitza a la temperatura desitjada s'introdueix la bossa hermètica amb el dispositiu a dins i s'espera uns minuts, d'aquesta manera s'aconsegueix la uniformitat de calor en el dispositiu. S'enregistra la intensitat i el voltatge de cada RTD, de forma individual, per a conèixer el valor de la resistència. El voltatge és generat per una font de corrent continua que està connectat en sèrie amb el primer multímetre en la funció d'amperímetre i amb un segon en funció de voltímetre. El dispositiu va connectat de forma que estigui en sèrie amb l'amperímetre, per tal de poder saber la intensitat, i en paral·lel amb el voltímetre per realitzar la mesura de la caiguda de voltatge en la RTD.

Les caracteritzacions elèctriques es realitzen amb les temperatures de treball de 20, 30 i 40°C.

7.2. RESULTATS

En les caracteritzacions elèctriques realitzades s'observen dos problemes, el primer és que des d'un inici hi ha resistències que estan desconnectades i el segon és que n'hi ha que amb l'augment de la temperatura es desconnecten.

El primer problema tant podria ser per problemes en la fabricació com per una mala manipulació en l'assemblatge dels dispositius. Ara bé, el segon problema és degut a l'expansió tèrmica de la resina AA3494 de LocTite utilitzada per a cobrir els cables que connecten les RTD amb la placa PCB. El coeficient d'expansió tèrmica de la resina epoxy és de 250 K^{-1} , el del silici dels dispositius és de $2,7 \text{ K}^{-1}$ i el de la PCB de fibra de vidre és de 11 K^{-1} . Aquesta afirmació es pot fer ja que en el laboratori es va veure que en el moment d'augmentar la temperatura les resistències deixaven de funcionar però si s'exercia una certa pressió en la soldadura dels cables aquestes tornaven a donar continuïtat. Per tant aquest problema es podria resoldre canviant l'epoxy per una altra resina que tingui una dilatació tèrmica més propera a la dels altres dos materials.

Per totes aquelles RTD que presenten un bon funcionament, s'enregistra el valor de la seva resistència a les tres temperatures de treball amb l'objectiu d'obtenir el valor del pendent de la variació de resistència en funció de la temperatura, és a dir obtenir el valor de la resistència a qualsevol temperatura. A més a més també s'ha fet un petit inventari de quines són aquelles RTD que funcionen.

Per a cada RTD s'ha obtingut la variació de la resistència en funció de la temperatura, un exemple de l'obtenció de la pendent és la Figura 32:

Variació de la resistència en funció de la temperatura

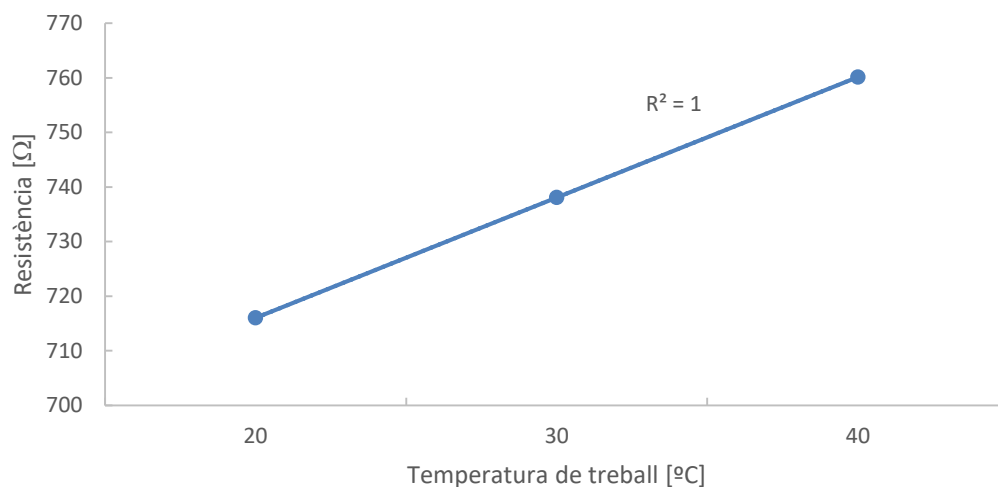


Figura 32: Gràfic de la variació de la resistència d'una RTD en funció de la temperatura.

Un detall a destacar és que totes les caracteritzacions segueixen el mateix comportament que es mostra en aquest gràfic, en augmentar la temperatura també augmenta la seva resistència de forma lineal. És per això que es mostra només un gràfic.

Tots els resultats obtinguts de les caracteritzacions elèctriques i l'inventari de les RDT que funcionen es troben en l'annex XIII.

8. CARACTERITZACIONS HIDRÀULIQUES DELS DISPOSITIUS

STREAMS

La importància de les caracteritzacions hidràuliques és poder fixar un cabal de treball per a cada dispositiu. El control del cabal bombat per la bomba va relacionat amb la diferència de pressió que es genera en el dispositiu STREAMS, és a dir, com major sigui el cabal major és la pressió que hi ha en l'interior del dispositiu. S'ha de tenir en compte que si s'arriba a pressions molt elevades en l'interior dels dispositius es poden ocasionar danys com deformacions en les vàlvules o arrencament de les aletes.

Les caracteritzacions hidràuliques es duren a terme amb el dispositiu de prova connectat hidràulicament en el banc de proves. L'objectiu és fer circular el fluid pel dispositiu, avaluant en quines condicions pot treballar cada un dels dispositius i mesurant quin efecte tenen les vàlvules i les aletes en la variació de la pressió del dispositiu.

En primer lloc s'ha de concretar quin és el cabal de treball en la caracterització hidràulica de cada dispositiu. L'objectiu és fer les caracteritzacions hidràuliques amb un cabal similar en tots els dispositius però això depèn de la caiguda de pressió que genera cada cabal en el dispositiu. En algun dispositiu s'ha hagut de disminuir el cabal perquè la diferència de pressió és molt elevada i podria haver danyat el seu interior.

En segon lloc, per tal d'analitzar l'impacte hidràulic degut a l'efecte de les aletes i de les vàlvules es fixa el cabal de treball constant i es varia la temperatura del fluid que circula per l'interior del dispositiu de prova. La temperatura del fluid, controlada pel bany termostàtic, pot anar en augment, de 20 a 55 °C, o en decrement, de 55 a 20 °C, per tant cada increment o decrement de 2,5 °C es pren les lectures de temperatura i pressió. Aquestes lectures s'enregistren a través dels sensors de pressió i dels termoparells connectats al LabVIEW.

8.1. RESULTATS

Degut a les pèrdues tèrmiques que hi ha entre el bescanviador de calor i el dispositiu STREAMS la temperatura que se selecciona en el bany termostàtic ha de ser d'uns 70-75 °C per tal d'aconseguir que la temperatura en l'entrada del dispositiu sigui de 55 °C. En augmentar la temperatura del fluid la solubilitat dels gasos presents en l'aigua es redueix formant bombolles d'aire que circulen pel circuit i generen falses lectures quan aquestes passen per l'interior dels dispositius de prova. Amb l'objectiu d'evitar aquesta problemàtica es fa circular el fluid pel banc de proves a una temperatura de 80°C circulant pel dipòsit per tal d'expulsar tot l'aire que hi pugui haver en el seu interior i acte seguit, tenint sempre un cabal constant, es fa circular el fluid pel bypass del filtre per tal d'evitar el contacte amb l'aire. Amb aquest procediment s'assumeix que tot l'aire no dissolt a 80°C ha sigut expulsat i per tant, si el fluid no sobrepassa aquesta temperatura no es saturarà. És per aquest motiu que s'han donat per bones les dades recollides en les caracteritzacions hidràuliques en que el fluid d'entrada comença a 55 °C i acaba a 20 °C.

Les caracteritzacions hidràuliques no s'han pogut realitzar en els dispositius D4, D7, F2, F5 i F8 degut a la manca de temps i a la manca de repetibilitat en els resultats. La resta dels dispositius de prova si que s'han pogut caracteritzar, en la Taula 4 es mostra els resultats obtinguts, els rangs de pressions per a cada dispositiu STREAMS.

Taula 4: Rangs de diferències pressions de treball en els diferents dispositius STREAMS.

DISPOSITIU	RANGS DE DIFERÈNCIES PRESSIONS [Pa]		CABAL MIG [ml/min]
	MÍNIM	MÀXIM	
D1	4657	7215	24,2
D2	1292	1909	33,0
D3	789	1222	32,1
D5	3258	4763	29,8
D6	4532	6511	30,9
D8	6407	10232	22,7
D9	12501	14736	18,7

Per tal de fer una petita anàlisi dels resultats obtinguts es comparen per separat els dispositius de microcanals dels de matrius de cel·les. Per tant es comparen els dispositius 1 i 8 per una banda i per l'altra banda els dispositius 2, 3, 5, 6 i 9.

Els resultats obtinguts amb els dispositius de microcanals, 1 i 8, tenen la tendència esperada ja que el dispositiu 8 té major rang de pressions, això s'atribueix a la seua geometria interna, el fet de tenir aletes al llarg dels microcanals oposa major resistència al pas del fluid pel seu interior augmentant així la diferència de pressió en el dispositiu. Per tant es pot concloure que el fet de tenir els microcanals buits implica menor diferència de pressió en el dispositiu que si la geometria interna inclou aletes. Aquesta comparació és pot donar per vàlida ja que les proves s'han realitzat a cabals semblants.

Pel que fa als dispositius formats amb matrius de cel·les, es compara els dispositius 6 i 9 amb el 5, l'únic dispositiu amb matriu de cel·les buides. De manera que s'arriba a la mateixa conclusió que en la comparació de microcanals, el fet de no treballar amb aletes, fa que hi hagi menor diferència de pressió en el dispositiu.

En els dispositiu 2 i 3 s'obtenen resultats que no segueixen cap explicació. Analitzant els resultats del D2 s'observa que, per una banda, tenint en compte que els dispositius 2 i 9 són iguals, no es troba cap semblança en els resultats obtinguts. Per l'altra banda la diferència de pressions que presenta el D2 és menor que la que presenta el D5, aquest és el mateix problema que s'observa entre el D3 i D5. És per aquests motius que se suposa que els dispositius 2 i 3 presenten defectes de fàbrica, com podria ser malformacions o absència d'aletes o vàlvules en les cel·les.

Una petita observació dels resultats de la Taula 4 és la gran diferència de pressió que presenta el dispositiu 9 comparat amb la resta de dispositius tot i treballant amb un cabal baix, degut a les limitacions de diferència de pressió. Això podria ser degut a algun problema en la fabricació del dispositiu causant alguna obstrucció o embús en l'interior del dispositiu.

Un cop havent acabat totes les caracteritzacions hidràuliques s'han manipulat els dispositius per tal d'intentar extreure les RTD de la seva superfície superior tant per poder obtenir una millor mesura amb la càmera tèrmica, ja que les RTD no estan enganxades uniformement i no permeten la visió de la geometria de l'interior del dispositiu, com per poder col·locar unes noves resistències en la cara oposada. En acabar aquestes manipulacions alguns dels dispositius s'han acabat laminant per tal de poder veure la seva geometria interna. En la Figura 33 es mostra el dispositiu 6 i 9, en aquesta imatge es pot veure que els dos dispositius són iguals ja que en el D9 hi ha l'absència dels fingers. L'absència dels fingers en els dispositius fabricats comporta que els dispositius 2, 6, 7 i 9 siguin iguals.

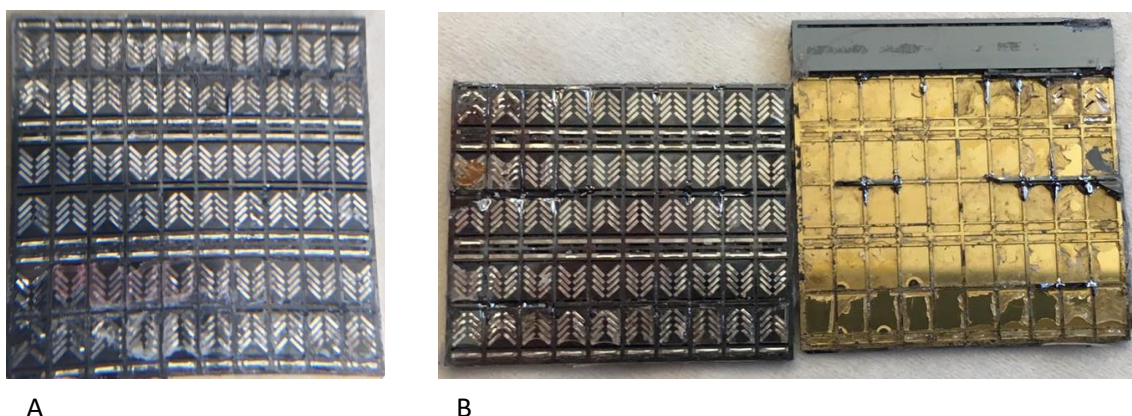


Figura 33: Ambdues imatges dels diferents dispositiu laminats, mostren una mateixa configuració en la geometria de les aletes. A) Dispositiu 6. B) Dispositiu 9.

Finalment, tenint en compte els efectes de la viscositat de l'aigua es poden valorar els efectes que produeixen les aletes i les vàlvules. La viscositat és una característica dels fluids que mostra una tendència d'oposició a fluir en el mateix fluid, com més oposició mostra el fluid més viscos és. Però si la temperatura d'aquest fluid augmenta la seva viscositat disminueix i per tant oposa una menor resistència, és a dir, requereix de menor pressió. És per tot això que quan s'analitzen les dades recollides en les caracteritzacions hidràuliques cal analitzar que les diferències de pressions recollides no siguin únicament pels efectes de la viscositat de l'aigua sinó que també hi repercuteixin els efectes de les aletes i les vàlvules.

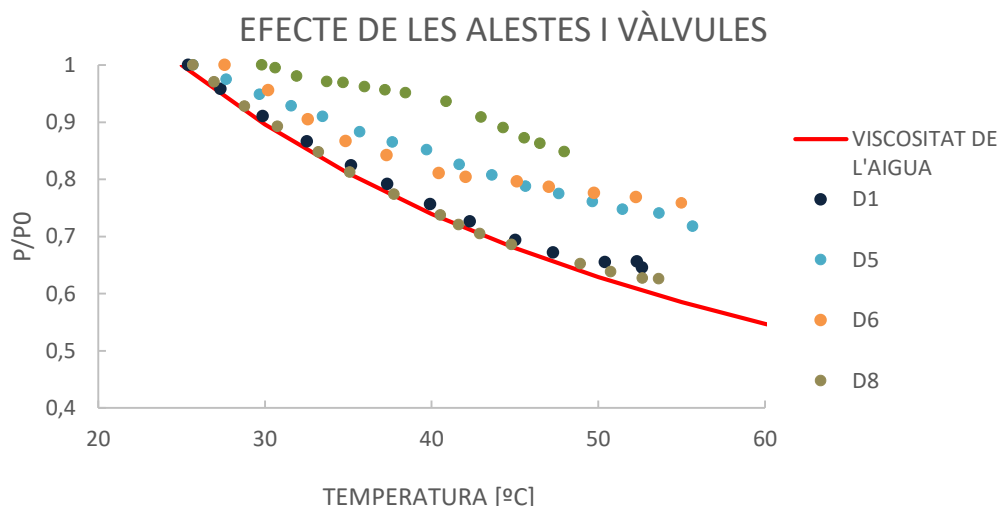


Figura 34: Relació entre temperatura i la pressió en els diferents dispositius. Avaluació dels efectes de les aletes i les vàlvules contant els efectes de la viscositat de l'aigua.

Els dispositius 2 i 3 s'han descartat degut als resultats obtinguts en les caracteritzacions hidràuliques, és per això que no apareixen en la Figura 34. Amb el D9 s'arriba a dues suposicions, la primera és que amb la curvatura i al canvi sobtat de pendent que presenta es pot relacionar amb l'acció de les aletes. La segona va relacionada amb els rangs de diferències de pressió en comparació amb els altres dispositius, se suposa que hi ha embossaments o malformacions en aletes o vàlvules i això provoca una tendència no esperada.

El D1, tal com s'espera, segueix una corba similar a la de la viscositat de l'aigua ja que és tracta d'un dispositiu de microcanals buits. En canvi, el D8 en el que s'esperava una tendència amb major curvatura degut a l'acció de les aletes auto adaptatives, té la mateixa tendència que el D1. Després de realitzar les manipulacions en el dispositiu 8 s'analitza la seva geometria interna i s'observa que únicament 2 dels 7 microcanals tenen aletes, per tant és coherent que s'obtinguin resultats similars entre el D1 i D8.

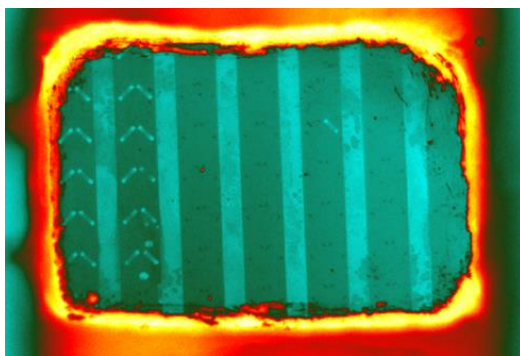


Figura 35: Dispositiu 8, absència d'aletes en 5 dels 7 microcanals. El sentit de circulació del fluid és de d'alt a baix.

A diferència dels dispositius 1 i 8, en els D5 i D6 s'obtenen pressions més elevades, això es pot entendre degut a l'existència de les vàlvules, que oposen major resistència a la circulació del fluid. El fet que la pressió en el D6 sigui major que la del D5 a partir dels 42 °C, aproximadament, es podria atribuir a l'acció de les aletes. Tots els resultats obtinguts de les caracteritzacions hidràuliques es troben en l'annex XIV.

9. CONCLUSIONS

El problema principal detectat en ambdues caracteritzacions és el mateix, els suposats defectes en la fabricació i en l'assemblatge dels dispositiu STREAMS. Les errades en les caracteritzacions elèctriques es troben en les connexions de les RTD amb la PCB i degut a la resina escollida per cobrir aquestes connexions. Per tal de solucionar aquest problema, en el segon enviament de dispositius F2, F5 i F8, s'ha canviat l'epoxy per PDMS el qual té un coeficient d'expansió més proper al de la PCB i és més flexible, permetent una millor adequació a la expansió ocasionada en la dilatació tèrmica. També es limita la resina a cobrir únicament els cables dels dispositius.

En les caracteritzacions hidràuliques se suposa, degut als resultats obtinguts, que la problemàtica va relacionada amb l'assemblatge dels dispositius. Es comparen entre sí els dispositius amb els quals s'han realitzat les caracteritzacions hidràuliques, els dispositius 2 i 3 presenten pressions més baixes que el dispositiu de cel·les buides, dispositiu 5, les quals haurien de ser superiors i el D9 presenta pressions molt més elevades que la resta, incloent el D6 que té la mateixa geometria interna. De manera que se suposa que en els D2 i D3 poden faltar vàlvules o que sigui un problema d'assemblatge entre els dispositius i el distribuïdor. En canvi la suposició amb el D9 és de possibles embussos o obstruccions que fan augmentar la caiguda de pressió en el dispositiu. Amb el D8 es podria justificar la hipòtesi de les possibles errades de fàbrica ja que dels 7 canals únicament 2 tenen aletes, de manera que es pren com una evidència que les suposicions fetes al llarg del treball, relacionades amb els defectes d'assemblatge, poden ser vàlides.

Pel que fa a l'anàlisi hidràulica dels dispositius també cal tenir en compte que tot i utilitzar com a fluid de treball aigua purificada i desionitzada, Mili-Q, en augmentar la temperatura s'originen bombolles d'aire. Amb la finalitat de minimitzar aquest efecte, el circuit es sotmet a un cicle tèrmic per tal que l'aigua, en l'augment de la temperatura, redueix la seva capacitat d'absorció dels gasos, es satura i es desprongui formant bombolles. Aquestes bombolles són expulsades en el filtre o en les columnes d'aigua deixant el fluid del circuit amb menor concentració d'aire dissolt en ell.

Tot i els problemes esmentats, tots els dispositius que no han mostrat cap anomalia, ja sigui per desconexions elèctriques o per problemes en la geometria interna, s'han obtingut uns resultats d'acord amb les hipòtesis inicials. Les RTD augmenten la resistència de forma lineal en funció de la temperatura i els dispositius que inclouen vàlvules en la geometria interna presenten variacions de pressió en funció de la temperatura no corresponents a efectes de la viscositat i per tant es pot determinar que és per l'efecte dels elements auto-adaptatius.

ANNEXOS

ANNEX I: FILTRE

SPH Series

Plastic Filter Housings



- Economical alternative to metal filter housings in low pressure and cold water applications
- Rugged design provides trouble-free service
- Ideal for corrosive or sensitive fluids
- Holds 10 and 20 inch length cartridges with DOE or internal o-ring end cap configurations
- Holds standard 2 1/2" and large 4 1/2" diameter cartridges.
- High temperature housings made of reinforced Nylon for use up to 200°F (93°C)
- Meets FDA requirements for potable water and food and beverage applications.
- Optional mounting bracket available for easy installation

Applications

Water	Chemicals
Food & Beverage	Electronics
DI Water	Inks / Paints / Coatings
Coolants	Pulp & Paper

Specifications & Operating Parameters

Maximum Operating Pressure

125 psig (8.75 bar) @ 125°F (93°C)

Minimum / Maximum Temperature

40°F (°C) / 125°F (93°C)

Connections

Inlet /Outlet:

Standard: 1/2" or 3/4" FNPT

Heavy Duty (BB): 1" or 1 1/2" FNPT

Materials of Construction

Head: FDA grade Polypropylene

Clear Sump: Styrene-Acrylonitrile

Opaque Sump: Polypropylene

Gaskets

Standard	EPR
Optional	Viton

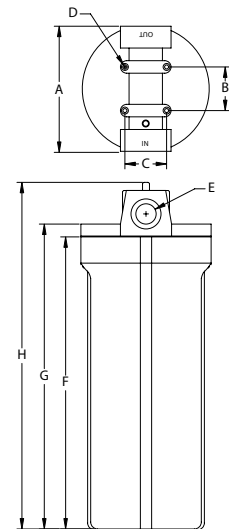
Options

Mounting Bracket Kits

(See ordering guide for details)

Dimensions

MODEL	A	B	C	D	E	F
SPH_5	4.28" (10.9 cm)	1.57" (4.0 cm)	1.18" (3.0 cm)	0.16" (.40 cm)	7.5" (19.0 cm)	5.7" (14.5 cm)
SPH_10	4.72" (12.0 cm)	1.57" (4.0 cm)	1.18" (3.0 cm)	0.16" (.40 cm)	10.5" (26.7 cm)	11.8" (30.0 cm)
SPH_20	4.72" (12.0 cm)	1.57" (4.0 cm)	1.18" (3.0 cm)	0.16" (.40 cm)	20.47" (52.0 cm)	22.8" (57.9 cm)
SPH_10C	5.35" (13.6 cm)	2.22" (5.6 cm)	2.28" (5.8 cm)	0.23" (0.58 cm)	10.4" (26.5 cm)	12.5" (31.8 cm)
SPH_20C	5.35" (13.6 cm)	2.22" (5.6 cm)	2.28" (5.8 cm)	0.23" (0.58 cm)	20.47" (52.0 cm)	22.8" (57.9 cm)
SPH_10BB	7.28" (18.5 cm)	3.03" (7.7 cm)	3.03" (7.7 cm)	0.275" (0.70 cm)	11.33" (28.8 cm)	14.0" (35.6 cm)
SPH_20BB	7.28" (18.5 cm)	3.03" (7.7 cm)	3.03" (7.7 cm)	0.275" (0.70 cm)	21.25" (54.0 cm)	24.0" (61.0 cm)
SPH_10HT	5.35" (13.6 cm)	2.22" (5.6 cm)	2.28" (5.8 cm)	0.23" (0.58 cm)	10.4" (26.5 cm)	12.5" (31.8 cm)
SPH_20HT	5.35" (13.6 cm)	2.22" (5.6 cm)	2.28" (5.8 cm)	0.23" (0.58 cm)	20.47" (52.0 cm)	22.8" (57.9 cm)



Models

MODEL	COLORS (HEAD/ SUMP) FEATURES	CARTRIDGE LENGTH	CONNECTION	GASKET	OPTIONAL MOUNTING KIT
Standard Residential SPHWW-5-12 SPHWC-5-12 SPHKB-10-34 SPHKB-20-34	WW = White/White WC = White/Clear KB = Black/Blue	5 = 4 7/8" 10 = 9 7/8" 20 = 20"	12 = 1/2" 34 = 3/4"	- E = EPR (Standard) V = Viton	- BK1
Commercial SPHKB-10-34C SPHKB-20-34C SPHKC-10-34C SPHKC-20-34C-PR	KB = Black/Blue KC = Black/Clear PR = Pressure Release Valve	10 = 9 7/8" 20 = 20"	12 = 1/2" 34 = 3/4"	E = EPR (Standard) V = Viton	BK2
Big Blue SPHKB-10-1BB SPHKB-20-1BB SPHKC-10-15BB SPHKC-20-15BB	KB = Black/Blue KC = Black/Clear	10 = 9 7/8" 20 = 20"	1 = 1" 15 = 1 1/2"	E = EPR (Standard) V = Viton	BK3
Valve-in-Head SPHWW-10-34VH SPHWC-10-34VH	WW = White/White WC = White/Clear	10*	1 = 1" 15 = 1 1/2"	E = EPR (Standard) V = Viton	Not Available
High Temperature SPHRR-10-34HT SPHRR-10-34HT	RR = Red/Red	10*	34 = 3/4"	E = EPR (Standard) V = Viton	BK2

Filter Housings

Shelco manufactures a full line of filter housings. From our rugged single cartridge housings to our heavy duty multi-cartridge housings and bag filter housings, Shelco is the perfect choice for your filtration solutions.



Shelco Filters

100 Bradley Street

Middletown, CT 06457 USA

Tel: 800-543-5843 / Fax: 860-854-6120 / E-mail: info@shelco.com

MicroSentry™, MicroVantage™, Shelco Filters® and the Shelco logo are registered trademarks of the Tinny Corporation. Shelco Filters is a division of the Tinny Corporation.

ANNEX II: CABALÍMETRE

mini CORI-FLOW™ M15

Compact Coriolis Mass Flow Meters & Controllers for Liquids and Gases

General

Coriolis mass flow meters are highly appreciated for their accuracy and independence of fluid properties. The direct Coriolis mass flow measuring principle is generally used for higher flow rates. However, Bronkhorst Cori-Tech B.V. has succeeded in applying this technique for low to very low flows. Moreover, **mini CORI-FLOW™** instruments have an integrated PID-controller and a batch counter to control the fluid flow.

mini CORI-FLOW™ model M15

In addition to the previously developed **mini CORI-FLOW™** series M12-M14 for ranges from 0,1 g/h up to 30 kg/h, Bronkhorst® developed the new model M15 for mass flow rates between 0,2 and 300 kg/h. Similar to the models for lower flow rates, M15 contains a uniquely shaped, single loop sensor tube, forming part of an oscillating system. When a fluid flows through the tube, Coriolis forces cause a variable phase shift, which is detected by sensors and fed into the integrally mounted pc-board.

The resulting output signal is strictly proportional to the real mass flow rate. All instruments of the **mini CORI-FLOW™** series feature density and temperature of the fluid as secondary outputs. Furthermore the instruments offer "scalable range" functionality: factory calibrated ranges can be rescaled by the user, maintaining the original accuracy specs. As a result of this, customers are able to reduce the variety of instruments and thus reduce the cost of ownership. The instruments are equipped with a robust IP65 weatherproof housing and are available with optional ATEX approval for use in Zone 2 hazardous areas.

Fields of application

mini CORI-FLOW™ instruments can be applied for both gases and liquids in process fluid measurement or control systems in (petro-) chemical and pharmaceutical industries, food & beverage applications and liquid dosing systems in a wide variety of markets.



mini CORI-FLOW™ M15 Mass Flow Meter

Features

- > direct flow measurement, independent of fluid properties
- > integrated PID controller for control valve or pump
- > CORI-FILL™ batch dosing functionality
- > fast response time
- > high accuracy, excellent repeatability
- > additional density and temperature outputs
- > compact design (same footprint as CORI-FLOW™ M50 series)
- > excellent price/performance ratio
- > scalable range: easy on site re-ranging via digital interface (large rangeability)
- > no dead volume (single, uninterrupted tube)
- > insensitive for environment vibrations
- > analog I/O-signals, RS232-connection, optional on-board fieldbus interface
- > IP65 design, optional ATEX approval Cat.3, Zone 2

Technical specifications

Flow ranges

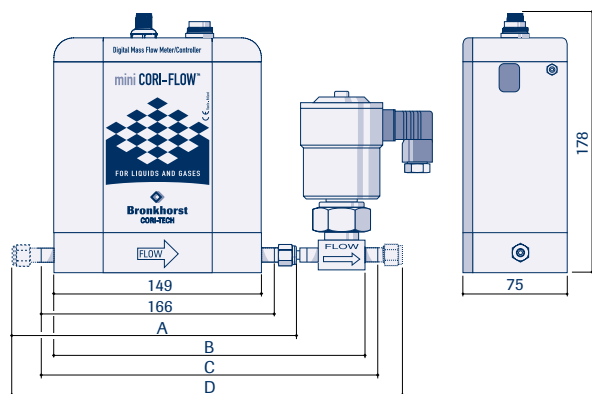
	Unit	M15
Minimum flow	[g/h]	200
Minimum full scale	[kg/h]	5
Nominal flow*	[kg/h]	100
Maximum full scale	[kg/h]	300
Rangeability meter		1:100
Rangeability controller		≥ 1:50

* $\Delta p = 1$ bar for H_2O

Mechanical parts

Material (wetted parts)	Stainless steel AISI 316 or equivalent; Other materials on request
Process connection	Compression type or face seal couplings (welded)
Outer seals	Metal
Weight	Meter: approx. 5 kg; Controller: on request
Ingress protection	IP65 (weatherproof)
Leak integrity	Outboard $< 2 \times 10^{-9}$ mbar l/s He
Pressure rating	100 bar

Dimensions Mass Flow Meter/Controller



The valve in this drawing is the CSI. Other valves have different shapes.

Model (values in mm)	A	B	C	D
M15 (1/4" OD)	204	-	-	-
M15 (1/4" VCR)	203	-	-	-
M15+C0I (1/4" OD)	204	219	236	274
M15+C0I (1/4" VCR)	203	219	236	271
M15+C2I (1/4" OD)	204	219	236	274
M15+C2I (1/4" VCR)	203	219	236	271
M15+C5I (1/4" OD)	204	219	236	274
M15+C5I (1/4" VCR)	203	219	236	271
M15+F033CI (1/4" OD)	204	283	n/a	338
M15+F004AI (1/4" OD)	204	270	n/a	326
M15+F004AI (1/4" VCR)	203	270	n/a	319

For other models contact factory.

Electrical properties

Power supply	+15...24 Vdc $\pm 10\%$ Max. ripple recommended: 50 mV tt
Power consumption	Meter: 3 W; Controller: max. 7 W
Analog output / command	0...5 (10) Vdc or 0 (4)...20 mA (sourcing output)
Digital communication	Standard: RS232 Options: PROFIBUS DP, DeviceNet™, Modbus-RTU, FLOW-BUS
Electrical connection	
Analog/RS232	8-pin DIN male;
PROFIBUS DP	bus: 5-pin M12 female; power: 8-pin DIN male;
DeviceNet™/Modbus-RTU/ FLOW-BUS	5-pin M12 male

Performance

Mass flow accuracy liquids	$\pm 0,2\%$ of rate
Mass flow accuracy gases	$\pm 0,5\%$ of rate
Repeatability (based on digital output)	$\pm 0,05\%$ of rate + $[ZS \times 100/\text{flow}] \%$ (ZS = Zero Stability)

Note: optimal accuracy will be reached after approx. 30 minutes after instrument power-up.

The indicated accuracies are based on mass flow (e.g. g/h, kg/h, etc.). If the instrument will be used on volume flow (e.g. l/h, ml/min, etc) this will introduce an extra inaccuracy, based on the density (measurement).

	Unit	M15
Zero stability (ZS)*	[g/h]	$< \pm 50$
Density accuracy	[kg/m ³]	$< \pm 5$
Temperature accuracy	[°C]	$\pm 0,5$
Initial heating at zero flow	[°C]	$\leq 10^{**}$

* The zero stability is guaranteed at constant temperature and for unchanging process and environment conditions.

** Total heating up of instrument depends on flow rate, heat capacity fluid, T_{amb} , T fluid and cooling capacity.

Mounting	In any position (attitude sensitivity negligible)***
Device temperature	0...70°C; for ATEX Cat.3, Zone 2 max. 50°C
Typical meter response time ($\tau_{98\%}$)	0,2 s
Typical settling time controller (<2% of setpoint)	1 s

*** External shocks or vibrations should be avoided.

Note: Technical specifications in this brochure subject to change without notice.

Mass Flow Meter

Capacities

Model	smallest range	nominal range	highest range*
M15	0,2...5 kg/h	1...100 kg/h	3...300 kg/h

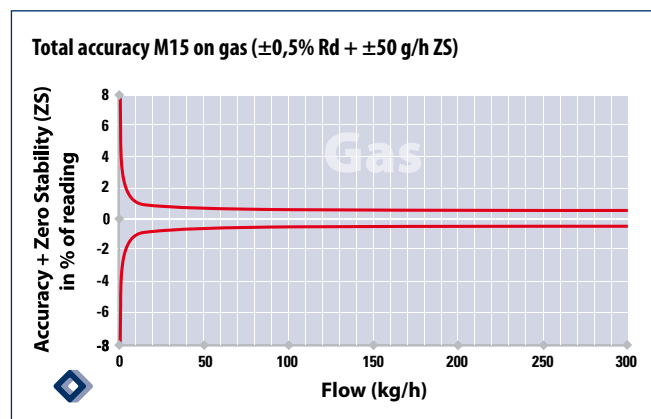
* Maximum capacities depend on the available pressure difference across the mass flow meter, especially when used on gases.

Application on gases

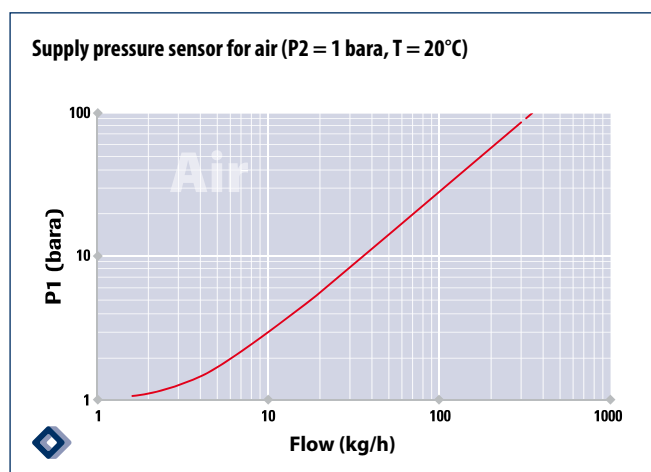
In comparison with thermal mass flow devices, the Coriolis measuring principle offers the following advantages:

- no conversion factors (if scaled in units of weight)
- possibility to measure unknown fluids or variable mixtures
- can measure (super-) critical gases
- superior accuracy and response time

For gas flow applications, the mass flow accuracy is better than $\pm 0,5\%$ Rd. The trumpet graph below illustrates the total mass flow accuracy of an M15 Mass Flow Meter used on gas.



When engineering your process system for gases consideration must be given to the pressure drop across the flow meter and its associated piping.



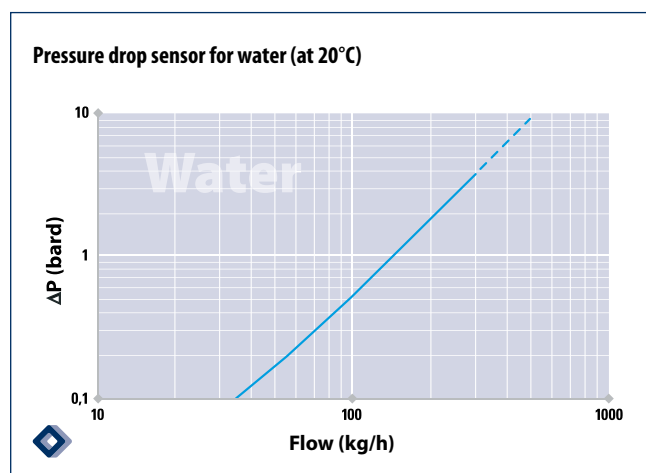
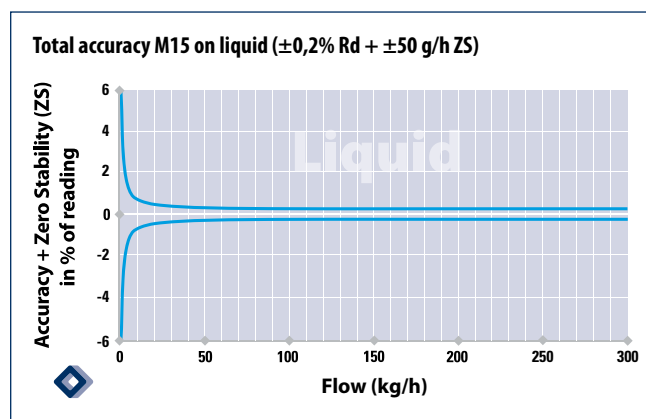
Application on liquids

mini CORI-FLOW™ can be applied for most liquid types. The mass flow meters are fully metal sealed, controllers have a high performance elastomeric valve seat, made of Kalrez.

High accuracy

Coriolis flow meters are unmatched in accuracy. When applied for liquids, the mass flow accuracy is better than $\pm 0,2\%$ Rd.

The trumpet graph below illustrates the total mass flow accuracy of an M15 Mass Flow Meter used on liquid.



Calibration

References

Verified by NK0, the Dutch calibration organisation, and VSL traceable to Dutch and international standards

Calibration fluid

Multi-range calibration on H_2O

Specifications are based on reference conditions of 20°C . Technical specifications subject to change without notice

Mass Flow Controller

Close-coupled control valves

For control applications M15 **mini CORI-FLOW™** meters offer integrated, adaptable PID control for fast and smooth control of close-coupled control valves. This could be a standard direct acting, electro magnetic control valve or, for instance, a pilot operated valve for applications with high differential pressure.

Close-coupled control valve options:

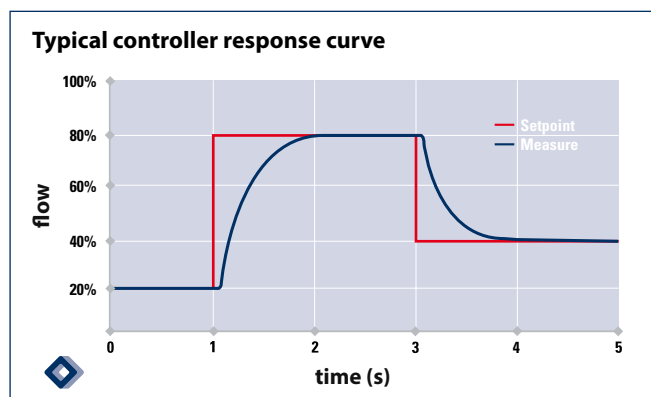
M15+C0I: Gas flow control valve (nc), $K_v\text{-max} = 6,6 \times 10^{-2}$
M15+C2I: Liquid flow control valve (nc), $K_v\text{-max} = 2,3 \times 10^{-3}$
M15+C5I: Gas/Liquid flow control valve (nc), $K_v\text{-max} = 6,6 \times 10^{-2}$
M15+F-004AI: Gas/Liquid flow control (nc), $K_v\text{-max} = 3,0 \times 10^{-1}$
M15+F-004BI: Gas/Liquid flow control (nc), $K_v\text{-max} = 1,0$

Bronkhorst Cori-Tech can also offer a mass flow meter in combination with pressure actuated control valves, supplied by a third party. Please contact factory for a customised advice.

mini CORI-FLOW™ incorporates PID control as standard

Control performance

mini CORI-FLOW™ Mass Flow Controllers feature a highly stable control output and fast response; see depicted response curve with some typical setpoint changes.



Thanks to the extremely fast sensor (50...200 msec) it is possible to achieve very fast control e.g. for dosing applications. Contact your local distributor for more information.

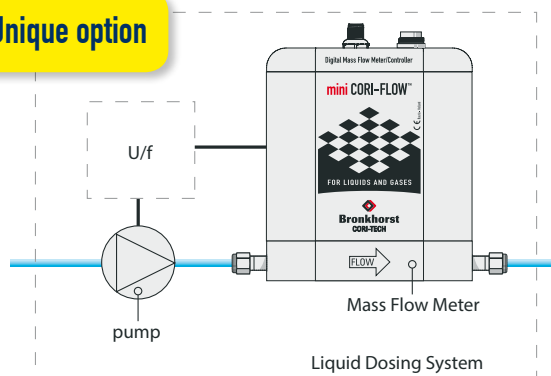
Pressure drop Mass Flow Controllers

As a rule of thumb the pressure difference (ΔP) across the control valve should be at least 50% of the total ΔP across the system for liquid applications, for gases preferably even higher (approx 75%).

Mass flow control with pumps

In some applications it is not possible or not recommended to use a control valve, for instance when a vessel with liquid cannot be pressurised. As an alternative, Bronkhorst Cori-Tech can offer virtually pulse-free pumps, close-coupled to the Coriolis flow meter.

Unique option



Batch dosing with proportional valves and pumps

mini CORI-FLOW™ instruments are capable of operating with proportional valves or (gear) pumps using the integrated PID-controller. Thanks to **CORI-FILL™** technology, all batch counters now have an extra P-controller to make the valve close or make the pump stop smoothly as soon as the batch total is reached.

When using shut-off valves **CORI-FILL™** technology includes an automatic overrun correction on batch dosing. After just a few doses the accuracy will be optimized. Physical delays and pressure disturbances which might cause under- or over-runs will be automatically compensated.

Features

- > "First time right" batch (no overrun correction needed when using a PID controller i.c.w. proportional valves or pumps)
- > Fast dosing < 0,5 seconds (using shut-off valves)
- > Filling accuracy for batchdosing:
 - For liquids: < 0,5%
 - For gases: < 1%

Shut-off valves

mini CORI-FLOW™ instruments are capable of operating with both +24Vdc electric shut-off valves and pneumatic valves. Electric valves can be operated within a special power saving mode to reduce energy consumption and minimize temperature increase thereby reducing the risk of fluid evaporation.

Bronkhorst Cori-Tech B.V.

Nijverheidsstraat 1A
7261AK Ruurlo The Netherlands
Tel. +31 573 458890 Fax. +31 842 292375
Email: info@bronkhorst-cori-tech.com
Internet: www.bronkhorst-cori-tech.com

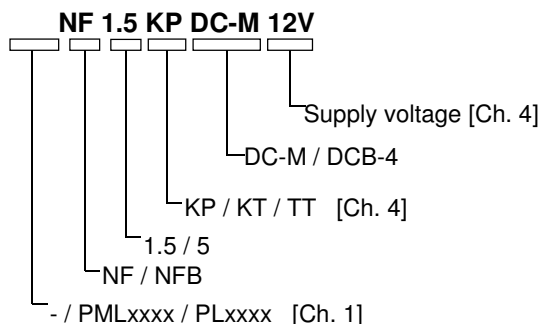


ANNEX III: BOMBA



Micro diaphragm liquid pump

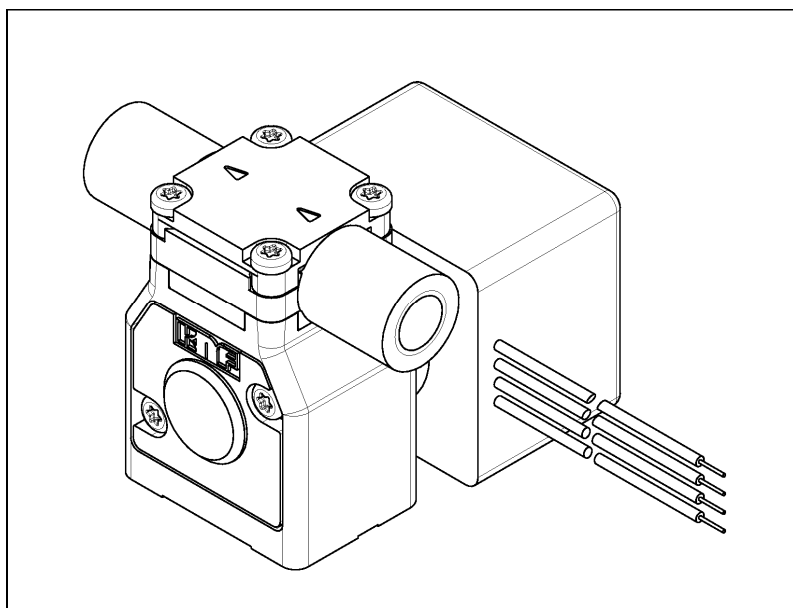
NF 1.5 NFB 5



Operating and Installation Instructions

Read and observe these Operating and Installation Instructions!

An additional letter prefixing the NF model code is a country-specific designation, with no technical relevance.



KNF Neuberger Inc.
2 Black Forest Road
Trenton, NJ 08691
Tel: (609) 890-8600
Fax: (609) 890-8323
www.knfusa.com
supportusa@knf.com

Contents

Page

1. About this document.....	2
2. Use	3
3. Safety	4
4. Technical data	6
5. Assembly and function	10
6. Installation and connection.....	11
7. Operation.....	15
8. Servicing.....	19
9. Troubleshooting.....	21
10. Accessories	23
11. Decontamination declaration.....	24

1. About this document

1.1. Use of the Operating and Installation Instructions

The Operating and Installation Instructions are part of the pump.

- ➔ Forward the Operating and Installation Instructions to any subsequent owners of the pump.

Project pumps

Customer-specific project pumps (pump models which begin with "PL" or "PML") may differ from the Operating and Installation Instructions.

- ➔ In the case of project pumps, take note of any additionally agreed specifications.

1.2. Symbols and markings

Warning



WARNING

This symbol indicates a potential danger.

It also indicates the possible consequences of failure to observe the warning. The signal word (e.g. "Warning") indicates the level of danger.

- ➔ Here you will see actions for avoiding the danger and potential consequences.

Danger levels

Signal word	Meaning	Consequences if not observed
DANGER	warns of immediate danger	Consequences are death or serious injury and/or serious property damage.
WARNING	warns of potential danger	Death or serious injury and/or serious damage to property are possible.
CAUTION	warns of a potentially dangerous situation	Minor injury or damage to property are possible.

Tab. 1

Other information and symbols

- ➔ This indicates a required activity (step).
- 1. This indicates the first step of a required activity. Additional consecutively numbered steps follow.



This symbol indicates important information.

2. Use

2.1. Intended use

The pumps are intended for transferring and metering liquids.

Owner's responsibility

Operating parameters and conditions

Only install and operate the pumps under the operating parameters and conditions described in Chapter 4, Technical data.

Only completely installed pumps may be taken into service.

Requirements for transferred medium

Before transferring or metering a medium, check whether the medium can be transferred danger-free in the specific application case.

Before using a medium, check the compatibility of the materials of the pump head, pump housing, diaphragm and valves with the medium.

The temperature of the medium must lie within the permissible temperature range (see Chapter 4).

The transferred medium should not contain particles as these can prevent the pump from working correctly. If this cannot be guaranteed, a filter < 50 µm with sufficiently large filter area must be used upstream of the pump.

→ Filters may be ordered as accessories, see Spare Parts and Accessories (Chapter 10).

2.2. Improper use



DANGER

The pumps must not be operated in an explosive atmosphere.



Please contact your local KNF partner for special designs that are not included in the technical specification (www.knf.com).

3. Safety

i Observe the safety precautions in Chapters 6. Installation and connection and 7. Operation.

The pumps are built according to the generally recognised rules of technology and in accordance with the pertinent occupational safety and accident prevention regulations. Nevertheless, dangers may occur during their use which may lead to injuries to the user or others, or to damage to the pump or other property.

Only use the pumps when they are in a good technical and proper working order, in accordance with their intended use, observing the safety advice within the Operating and Installation Instructions, at all times.

Personnel	<p>Make sure that only trained and instructed personnel or specially trained personnel work on the pumps. This especially applies to assembly, connection and servicing work.</p> <p>Make sure that all personnel have read and understood the Operating and Installation Instructions, and in particular the "Safety" chapter.</p>
Working in a safety-conscious manner	Always ensure adherence to all pertinent accident prevention and safety regulations when working on and operating the pump.
Handling dangerous media	When transferring dangerous media, observe the safety regulations for handling such media.
Notes	Always ensure adherence to all information stickers on the pumps, such as flow direction arrows and type plates, and keep stickers in legible condition.
Environmental protection	All replacement parts should be properly stored and disposed of in accordance with the applicable environmental protection regulations. Ensure adherence to the pertinent national and international regulations. This especially applies to parts contaminated with toxic substances.
Disposal	<p>Dispose of all packaging in an environmentally-appropriate manner. The packaging materials are recyclable.</p> <p>Dispose of end-of-life equipment in an environmentally friendly manner. Use appropriate waste collection systems for the disposal of end-of-life equipment. Used pumps contain valuable recyclable materials.</p>



EU directives/standards	<p>The pumps comply with the fundamental requirements of Directive 2011/65/EU (RoHS2).</p> <p>The pumps comply with the safety requirements regarding electromagnetic compatibility in Directive 2004/108/EC.</p> <p>For the purposes of the Machinery Directive 2006/42/EC, pumps are "partly completed machinery", and are therefore to be regarded as not ready for use. Partly completed machinery may not be commissioned until such time as it has been determined that the machine in which the partly completed machinery is to be assembled conforms to the provisions of the Machinery Directive 2006/42/EC. The essential requirements of Annex I of Directive 2006/42/EC (general principles) are applied and observed.</p> <p>The following harmonised standards are met:</p> <p>NF 1.5 DC-M</p> <ul style="list-style-type: none">▪ EN 55022▪ EN 55011 <p>NF 1.5 DCB-4</p> <ul style="list-style-type: none">▪ EN 61000-6-2▪ EN 61000-6-3 (incl. EN 55022 / EN 55011) <p>NFB 5 DCB-4</p> <ul style="list-style-type: none">▪ EN 61000-6-2▪ EN 61000-6-3 (incl. EN 55022 / EN 55011)
Customer service and repairs	<p>All repairs to the pump(s) must be carried out by the relevant KNF customer service team.</p> <p>Only use genuine parts from KNF for servicing work.</p>

4. Technical data

Pump materials

The pump type **KP** stands for:

Assembly	Material ¹⁾
Pump head*	PP
Anchor valves / seals	EPDM
Diaphragm	PTFE-coated

Tab. 2 ¹⁾ according to DIN ISO 1629 and 1043.1

The pump type **KT** stands for:

Assembly	Material ¹⁾
Pump head*	PP
Anchor valves / seals	FFKM
Diaphragm	PTFE-coated

Tab. 3 ¹⁾ according to DIN ISO 1629 and 1043.1

The pump type **TT** stands for:

Assembly	Material ¹⁾
Pump head*	PVDF
Anchor valves / seals	FFKM
Diaphragm	PTFE-coated

Tab. 4 ¹⁾ according to DIN ISO 1629 and 1043.1

* The pump head (Fig. 1) comprises an intermediate plate and a connecting plate.

Hydraulic ratings NF 1.5

Parameter	Value
Flow rate DC-M [ml/min] ^{1), 2)}	≥ 60
Flow rate DCB-4 [ml/min] ^{1), 2)}	≥ 5-50
Permissible pressure [bar g]	6
Permissible pressure (with restricted operating time) [bar g]	10
Suction head [mWG]	3

Tab. 5

Hydraulic ratings NFB 5

Parameter	Value
Flow rate [ml/min] ^{1), 2)}	2x ≥ 5-50
Permissible pressure [bar g]	1
Permissible pressure (with restricted operating time) [bar g]	4
Suction head [mWG]	3

Tab. 6

¹⁾ Measured with water at 20°C / at atmospheric pressure

²⁾ Flow rates may vary from the values shown, depending on fluid viscosity, pump head material and the hoses / hose connectors used.

Hydraulic connections NF 1.5

Parameter	Value
female thread	UNF 1/4"
Recommended hose size ID [mm]	1.6

Tab. 7

Hydraulic connections NFB 5

Parameter	Value
Nipple AD [mm]	3
Recommended hose size ID [mm]	3

Tab. 8

Specifications NF 1.5 DC-M

Motor voltage	12V	24V
Power consumption [W]	2.16	2.16
Max. I load [A]	0.18	0.09
Max. permissible current consumption [A]	0.24	0.12
Lead size [-]	AWG22	
Protection class [-]	IP30	
Weight ¹⁾ [g]	57	

Tab. 9

Specifications NF 1.5 DCB-4

Motor voltage	DCB-4
Supply voltage [V]	10...28
Power consumption [W]	1.5
Max. I load [A]	0.15...0.05
Max. permissible current consumption [A]	0.45
Protection class [-]	IP40
Weight ¹⁾ [g]	50

Tab. 10

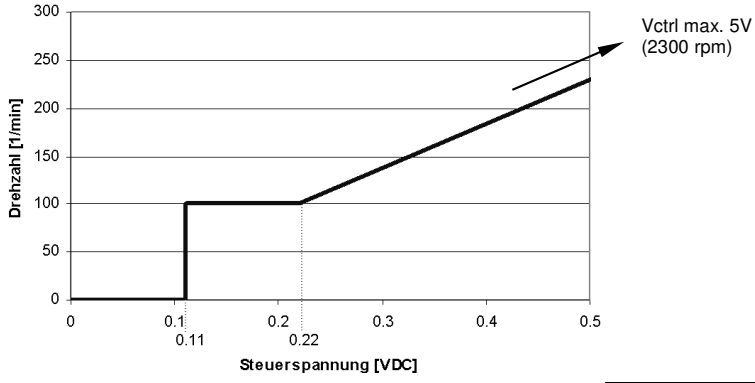
Specifications NFB 5 DCB-4

Motor voltage	DCB-4
Supply voltage [V]	10...28
Power consumption [W]	2.8
Max. I load [A]	0.26...0.10
Max. permissible current consumption [A]	0.32
Protection class [-]	IP40
Weight ¹⁾ [g]	75

Tab. 11

¹⁾ The weight may differ slightly from the stated value, depending on the version.

Motor electrical specifications DCB-4

Electrical connections			
Lead assignment			
Function	Lead colour	Signal name	Size
+ Supply voltage	red	+ Vs	AWG 28
- Supply voltage	black	- Vs / GND	AWG 28
Speed control – input signal	white	Vctrl	AWG 28
Frequency output – output signal	green	FG	AWG 28
DC control input Vctrl			
Control voltage range DC	[VDC]	0...5	
Speed range	[rpm]	0..2300	
Resistant to surge voltages	[VDC]	<28	
Input resistance (Vctrl < 5.3VDC)	[kΩ]	62	
Threshold voltage	[VDC]	0.11	
Speed/voltage constants	[rpm/V]	460	
Control voltage characteristic			
			
FG frequency output			
FG pulses per mech. revolution	[]	6	
Pulse duty factor	[%]	50	
Output series resistance	[kΩ]	3.9	
Output level "high" ($I_{out} < 0.1\text{mA}$)	[V]	4.2 ... 5.4	
Output level "low" ($I_{out} < 0.1\text{mA}$)	[V]	max. 0.5	

Tab. 12

- i** Connecting (short-circuiting) the two connections "Frequency output – output signal" (green lead) and "Speed control – input signal" (white lead) switches the control to "2-lead" operating mode (DCB-2 24V).
- i** In the case of type NF 1.5 DCB-4 the *supply voltage* is not designed for operation with pulse-width modulated voltages (PWM).
However, a PWM signal (frequency 500Hz) can be used to control the *control voltage*.
- i** Electrostatic sensitive components (ESD)

Other parameters

Parameter	Value
Permissible ambient temperature range (°C)	+ 5 to + 40
Permissible media temperature range (°C)	+ 5 to + 80
Permissible kinematic viscosity of medium [cSt]	150

Tab. 13

5. Assembly and function

Assembly

- 1 Outlet
- 2 Inlet
- 3 Connecting plate
- 4 Drive
- 5 Connecting leads
- 6 Head plate
- 7 Intermediate plate

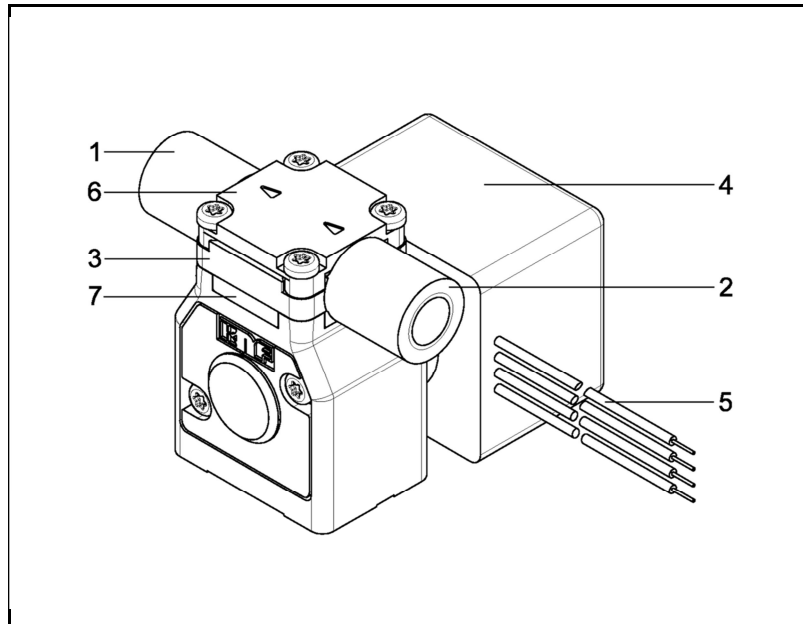


Fig. 1: Micro diaphragm liquid pump NF1.5

- 1 Outlet valve
- 2 Inlet valve
- 3 Working chamber
- 4 Diaphragm
- 5 Eccentric
- 6 Connecting rod
- 7 Pump drive

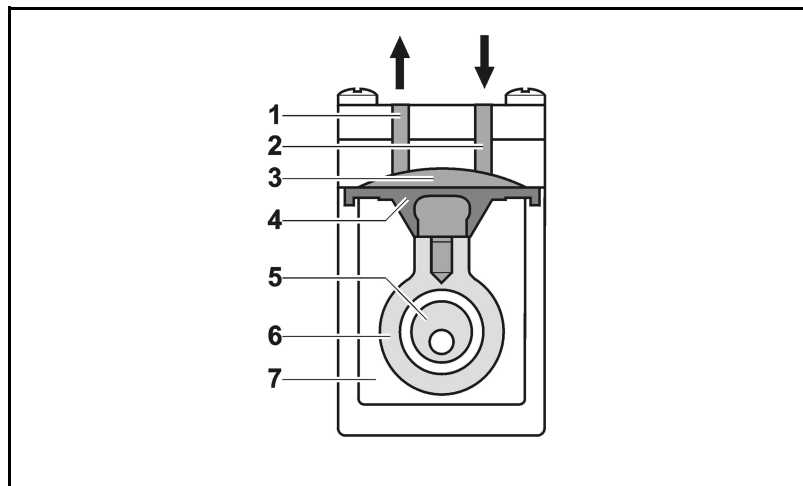


Fig. 2: Pump assembly

Micro diaphragm liquid pumps are based on reciprocating displacement pump technology. The elastic diaphragm (4) is moved up and down by the eccentric (5) and the connecting rod (6). In the downward stroke it aspirates the medium to be transferred via the inlet valve (2). In the upward stroke the diaphragm pushes the medium out of the pump head via the outlet valve (1). The diaphragm hermetically seals off the working chamber (3) from the pump drive (7).

NFB 5 Version (double-headed pump, see Fig. 3)

This pump type has two NF5 pump heads that can be operated individually or or in parallel connection (see Chapter 6.3.2).

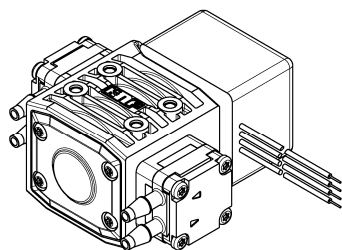


Fig. 3: NFB 5
(double-headed pump)

6. Installation and connection

Only install the pumps under the operating parameters and conditions described in Chapter 4, Technical data.

Observe the safety precautions (see Chapter 3).

6.1. Installation

➔ Before installation, store the pump at the installation location to bring it up to ambient temperature.

Mounting dimensions

➔ Mounting dimensions (see Fig. 4 to 6)

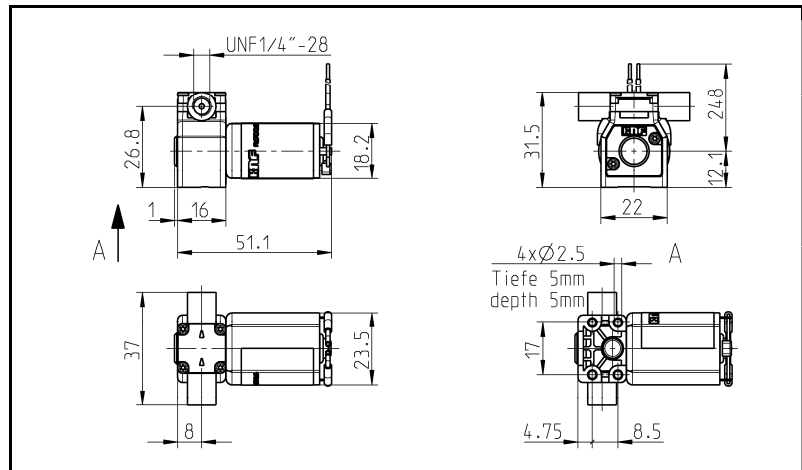


Fig. 4: Mounting dimensions NF 1.5 DC-M

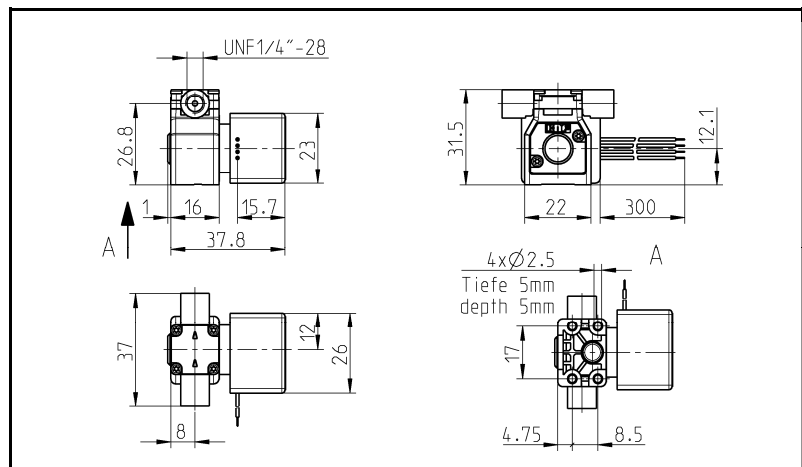


Fig. 5: Mounting dimensions NF 1.5 DCB-4

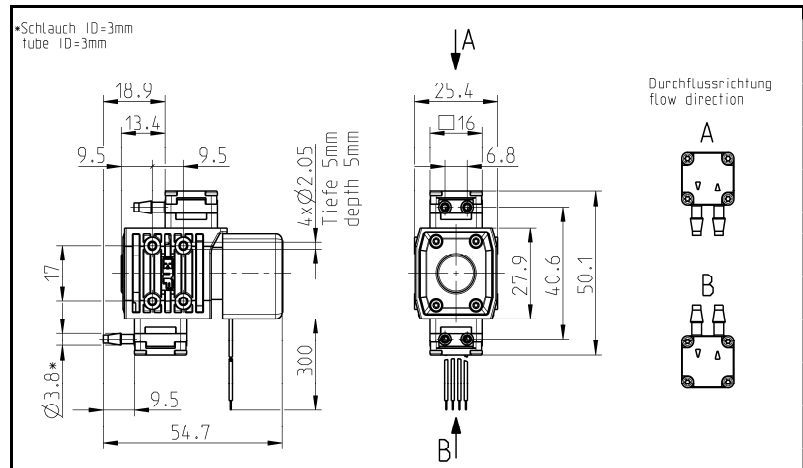


Fig. 6: Mounting dimensions NFB 5 DCB-4

Installation location

- ➔ Make sure that the installation location is dry and the pump is protected against water in the form of rain, spray, splashes and drips.
- ➔ Protect the pump against dust.
- ➔ Protect the pump against vibration and impact.

Installation position

- ➔ Generally speaking, the pump can be installed in any position. For maximum accuracy and rapid venting of one-headed pumps, please install as shown in the illustration (Fig. 7).

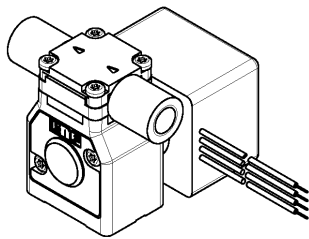


Fig. 7: Optimum installation position for one-headed pumps: horizontal

6.2. Electrical connection

- ➔ Only have the pump connected by an authorized specialist.
- ➔ Only have the pump connected when the power supply is disconnected.
- ➔ When connecting the device to a power source, the relevant norms, directives, regulations and technical standards must be observed.

Connecting the pump

1. Make sure that the power supply data match the data on the motor's type plate. The current consumption can be found on the type plate.

2. Connect the motor cables. For electrical data see Chapter 4.

i Note the proper polarity.

For DC motors:

red motor cable: +

black motor cable: -

6.3. Hydraulic connection

Connected
components

- ➔ Only connect components to the pump that are designed to handle the hydraulic data of the pump (see Chapter 4, Technical data).

Hoses

- ➔ Only use hoses that are suitable for the maximum permissible operating pressure of the pump (see Chapter 4).
- ➔ Only use hoses that are sufficiently chemically resistant to the liquids being transferred.

6.3.1. Connecting the pump

i Arrows on the pump head indicate the flow direction.

1. Remove the protective caps.
2. Connect the suction and pressure lines.

i Keep the suction line as short as possible in order to keep the priming process as brief as possible.

3. If the pump is used to build up pressure, make sure that all transition joints between hose and pump are secure in order to ensure that the hoses cannot come off.
4. Check that the hoses and transition joints are fitted correctly and securely.
5. Check that the system is leak-tight.

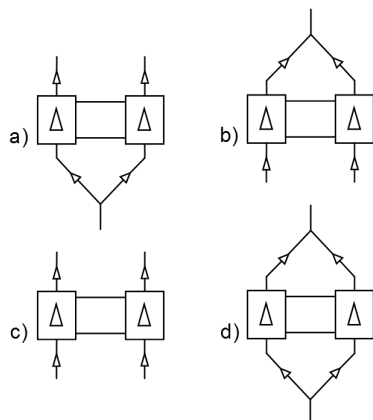


Fig. 8: Hose connection options for NFB versions

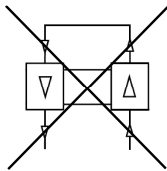


Fig. 10: No series connection in the case of NFB versions

6.3.2. NFB 5 hose configuration

i A double-headed pump is normally selected to reduce the pressure surges caused by the alternation between suction and exhaust in a diaphragm pump. In order to achieve this effect, in addition to the pump configuration it is important to configure the hoses correctly.

For low pulsation (pressure surges) in NFB pumps:

- ➔ Configure pump head hoses in parallel (see Fig. 8).
- ➔ Keep hoses between pump and junction as short as possible.
- ➔ Cause as little narrowing as possible with connection elements. Recommendation: Min. inside diameter 1.5mm.

i Please contact your local KNF partner for further information (www.knf.com).

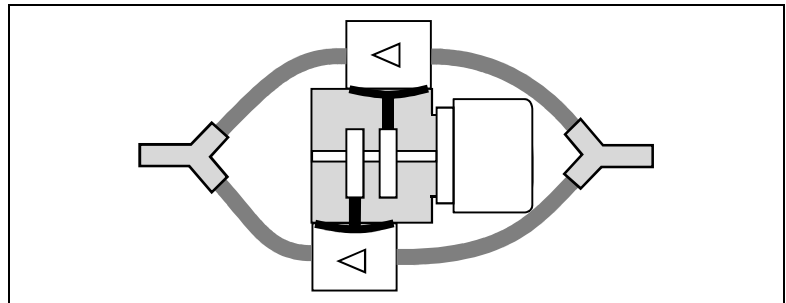


Fig. 9: NFB hose configuration for low pulsation



CAUTION

Series connection damages pump

If the two heads in the NFB versions are connected in series, the pump will be damaged, and may leak.

7. Operation

- ➔ Operate the pumps only under the operating parameters and conditions described in Chapter 4, Technical data.
- ➔ Make sure that the pumps are being used properly (see Chapter 2.1).
- ➔ Avoid improper use of the pumps (see Chapter 2.2).
- ➔ Observe the safety precautions (see Chapter 3).
- ➔ The pumps are components that are intended to be incorporated into another machine. Before putting them into service it must be established that the machinery or systems in which they are installed meet the relevant regulations.



CAUTION

Risk of burning

The drive heats up.

- ➔ Avoid contact with the pump drive.
- ➔ Avoid contact with flammable materials.



Excessive pressure and the inherent dangers thereof can be prevented by placing a bypass line with a pressure relief valve between the pressure and suction side of the pump. Please contact your local KNF partner for further information (www.knf.com).



CAUTION

Risk of burns when transferring hot media

- ➔ Do not touch the pump or the media transfer system.
- ➔ Avoid contact with flammable materials.

Pump standstill

- ➔ If the pump stops running, restore the system to normal atmospheric pressure.

For pumps with thermal switch or electronic overload protection:



WARNING

Risk of physical injury and damage to the pump due to automatic start

If the pump overheats and pump operation is stopped by the thermal switch / electronics, the pumps will restart automatically as soon as they have had time to cool down.

- ➔ Take steps to ensure that this cannot produce a hazardous situation.

Setting and regulating motor speed	Switching the pumps on and off The motor speed of the pump, and thus the flow rate, is adjustable and can also be regulated to some extent. For more details, see Chapter 4, Technical data
Short cycle operation	Duty cycle / short cycle operation KNF pumps are designed for continuous operation. Short start and stop cycles may adversely affect the service life of the brushed motors. i If the pump is operated with short cycles in your application, please contact your local KNF partner for further information (www.knf.com .)
	Switching on the pump → In order to ensure that the pump starts every time, make sure that counterpressure is reduced to an acceptable level before start-up. This should also be done during operation after a brief power cut. Please contact your local KNF partner for further information (www.knf.com).
	Switching off the pump → KNF recommends: If transferring aggressive liquids, the pump should be flushed thoroughly prior to switch off (see Chapter 8.2.1), as this will help to lengthen the service life of the diaphragm. → Restore the system to normal atmospheric pressure (release hydraulic pressure in pump).

**CAUTION****Overpressure on the suction side causes medium to flow through the switched-off pump**

- Take steps to ensure that this cannot produce a hazardous situation.
-

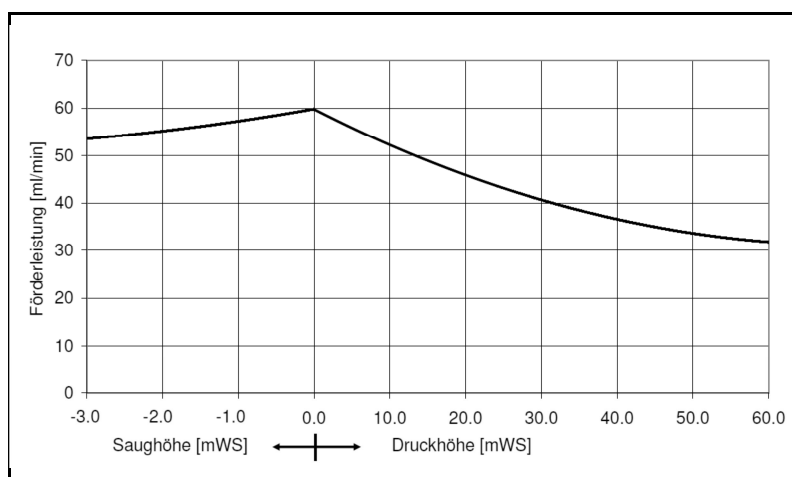
Flow rate NF 1.5

Fig. 11: Flow rate of pump NF 1.5 DC-M

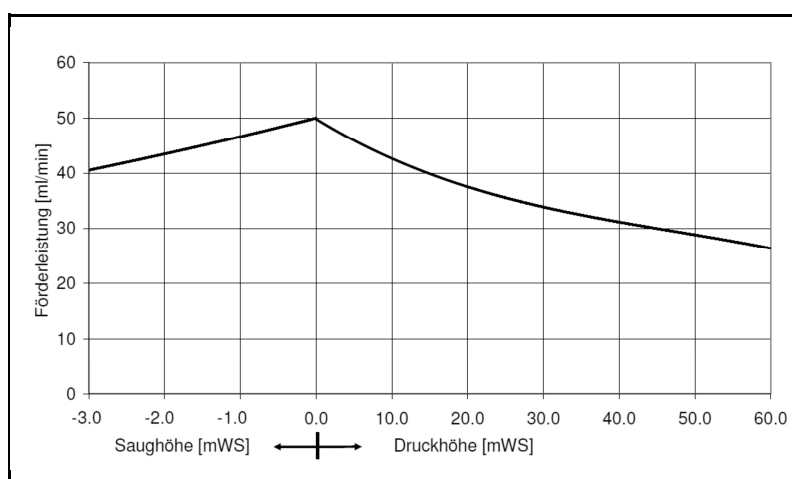


Fig. 12: Flow rate of pump NF 1.5 DCB-4

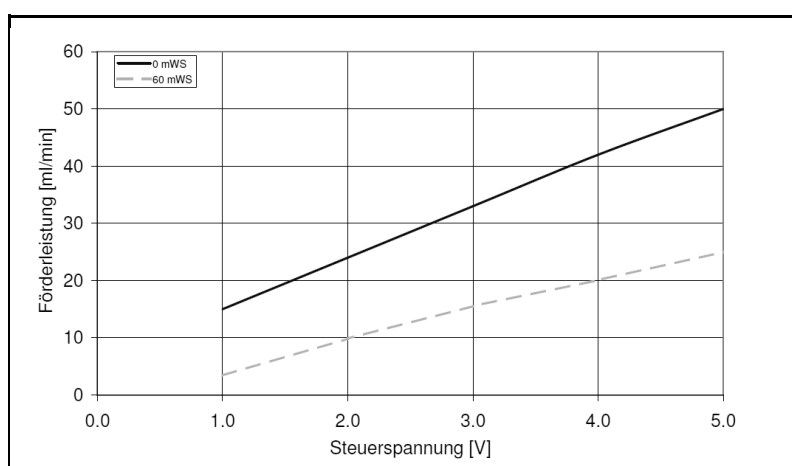


Fig. 13: Flow rate of pump NF 1.5 DCB-4 depending on control voltage

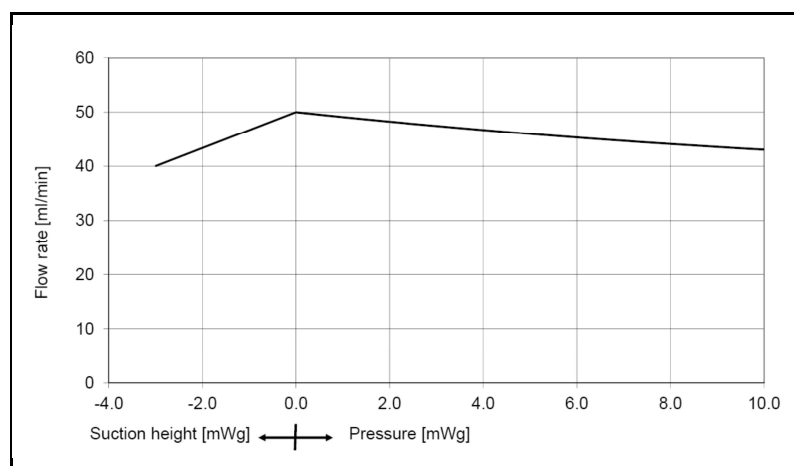
Flow rate NFB 5

Fig. 14: Flow rate of pump NFB 5 DCB-4 (per pump head)

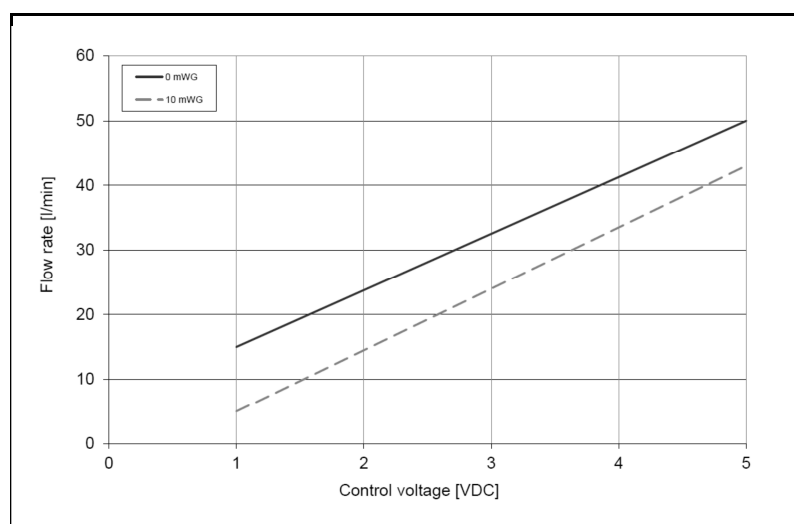


Fig. 15: Flow rate of pump NFB 5 DCB-4 (per pump head) depending on control voltage

8. Servicing

8.1. Servicing schedule

Component	Servicing interval
Pump	- Regular inspection for external damage or leaks
Pump head	- Clean if the flow rate decreases, the pump does not work or no vacuum is created (Chapter 8.2)
Diaphragm, anchor valves and seals	- Change as soon as pumping capacity decreases, preferably sooner

Tab. 16

8.2. Cleaning and dismantling

Information on procedure



WARNING

Health hazard due to dangerous substances in the pump

Depending on the medium transferred, caustic burns or poisoning are possible.

- ➔ Wear protective clothing if necessary, e.g. protective gloves.
- ➔ Flush the pump with a neutral liquid and pump empty.
- ➔ With NFB pumps, make sure that both pump heads are flushed.



With NFB pumps the necessary steps are repeated for the second pump head.

8.2.1. Flushing the pump

- ➔ If transferring aggressive media, KNF recommends flushing the pump with a neutral fluid under atmospheric conditions for a few minutes before switching off, to extend the service life of valves and diaphragm.

8.2.2. Preparations for disassembly

1. Flush the pump with a suitable neutralising liquid, and make sure that no dangerous substances are left in the pump.
2. Pump empty.
3. Separate electrical connections.
4. Disconnect hoses from pump head.

Tools

Qty	Tools
1	Torx screwdriver IP6

Tab. 17

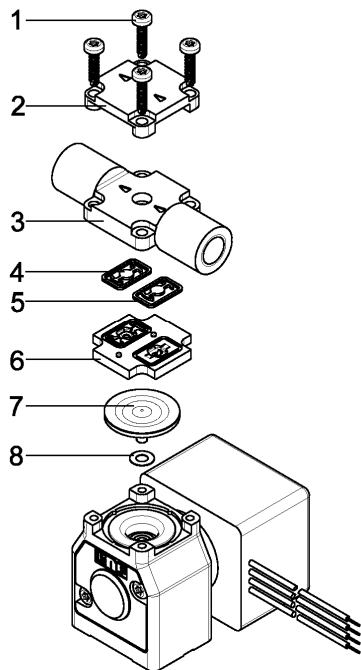


Fig. 16

- 1 Head screws
- 2 Head plate
- 3 Connecting plate
- 4 Anchor valves
- 5 Seals
- 6 Intermediate plate
- 7 Diaphragm
- 8 Washer

8.2.3. Disassembling the pump head

1. Loosen the four head screws (1) and remove the entire head.
2. Remove both anchor valves (4) from the intermediate plate (6) and the connecting plate (3).
3. Remove the two anchor valve seals (5) from the intermediate plate (6).
4. Undo the diaphragm (7). Remove the washers and make sure that no washers (8) fall into the pump housing (9).

We recommend replacing the diaphragm (7).

8.2.4. Clean or replace parts

1. Clean the anchor valves (4), the anchor valve seals (5) and the diaphragm (7) with a cloth and then blow off with compressed air or replace.
2. Blow off the intermediate plate (6), connecting plate (3) and head plate (2) with compressed air.

8.2.5. Assembling the pump head

3. Screw diaphragm (7) with washer (8) into connecting rod and tighten firmly. Make sure that no washers (8) fall into the pump housing.
4. Insert the seals (5) in the connecting plate (3).
5. Insert the anchor valves (4) in the intermediate plate (6) and the connecting plate (3).
6. Place the connecting plate (3) on top of the intermediate plate (6).
A pin and hole system prevents incorrect assembly.
7. Place the head plate (2) on top of the connecting plate (3).
A pin and hole system prevents incorrect assembly.
8. Insert the four head screws (1) into the through holes of the pump head.
9. Place the pump head on top of the pump housing and make sure that the flow direction of the pump head (see directional arrow on the head plate (2)) is the same as before.
10. Alternately tighten the four head screws (1).
11. Reconnect the hoses to the pump head.



CAUTION

Escaping liquid

After assembly the pump may not be leak-tight due to incorrect assembly, damaged or soiled seal faces, or other reasons.

- ➔ Run pump for several minutes with a harmless liquid at maximum operating pressure.
- ➔ Check that pump is leak-tight.

9. Troubleshooting

- ➔ Disconnect the pump from the power supply before working on the pump.
- ➔ Make sure that the pump is de-energised.

Pump does not work	
Possible cause	Remedy
Pump not connected to power supply	➔ Connect pump to power supply
Power supply is not switched on	➔ Switch on power supply
Thermal switch or pump electronics have tripped	➔ Disconnect pump from the mains ➔ Allow pump to cool ➔ Identify and eliminate cause of overheating/overload
Connections or hoses are blocked	➔ Check connections and hoses ➔ Remove blockage
External valve is closed or filter is clogged	➔ Check external valves and filters
Diaphragm, anchor valves or seals are worn	➔ Replace diaphragm, anchor valves and seals (see Chapter 8.3) ➔ Replace pump

Tab. 19

Pump is not priming	
Possible cause	Remedy
Suction side of pump not connected	➔ Connect the suction side of the pump
Liquid in the container is too low	➔ Fill container
Hose connections are not leak-tight	➔ Secure transition joints between hose and connections with clamps or other clamping elements
Peripheral valve is closed or filter is clogged	➔ Open the peripheral valve ➔ Clean filter
Pump head is filled with gas. The system is unable to handle the pressure on the pressure side	➔ Reduce pressure at pressure side
Particles in the pump	➔ Clean the pump head (see Chapter 8.2)
The pump parts are not resistant to the medium to be transferred	➔ Replace the pump head with a compatible version
Incorrect interchange of pressure and suction line connections	➔ Remove pressure and suction lines and reconnect correctly

Tab. 20

Flow rate, suction head or pressure head is too low	
The pump does not achieve the performance stated in the technical data or on the data sheet.	
Possible cause	Remedy
Components in the system connected to the suction and pressure sides, such as hoses, valves or filters, are causing too much resistance	➔ Modify installation, check the cross-sections of components
Hose connections are not leak-tight	➔ Secure transition joints between hose and hose connections with clamps or clamping elements
Particles in the pump	➔ Clean the pump head, install suction-side filter if required (see Chapter 8.2)
Viscosity of the transferred medium is too high	➔ Contact KNF
Incorrect interchange of pressure and suction line connections	➔ Remove pressure and suction lines and reconnect correctly
The pump parts are not resistant to the medium to be transferred	➔ Replace the pump head with a compatible version

Tab. 21

Fault cannot be rectified

If you are unable to identify any of the above causes, please send the pump to KNF customer service (see address on last page).

1. Flush the pump to clear the pump head of any hazardous or aggressive liquids (see Chapter 8.2.1).
2. Dismantle the pump.
3. Clean the pump (see Chapter 8.2.2).
4. Send the pump, with completed decontamination declaration (see Chapter 10), to KNF customer service stating the nature of the transferred medium.

10. Accessories

The following filters are available:

Type	Material	Mesh size	Max. flow volume (liquid)	Connections	Order No.
FS 60 T	PVDF	70 µm	600 ml/ min	UNF 1/4" - 28	165210
FS 60 X	PEEK	35 µm	600 ml/ min	UNF 1/4" - 28	165212
FS 25 T	PVDF	70 µm	250 ml/ min	for hose ID 3.2 / 4 mm	165211
FS 25 X	PEEK	35 µm	250 ml/ min	for hose ID 3.2 / 4 mm	165213

Tab. 22



Please contact your local KNF partner for further information (www.knf.com).

11. Decontamination declaration

i KNF shall only undertake to repair the pump on condition that the customer provides certification of the transferred media and the cleaning of the pump (decontamination declaration).

→ Copy this page.

Enter the pump model, the Serial No. and the transferred media in the form below and send the signed form together with the flushed and cleaned pump to KNF customer service (see last page for address).

Customer decontamination declaration for repair order

We confirm that the pump below has been used to transfer the following media, and that the pump has been flushed and cleaned.

Pump model	
Serial No.	
Transferred media	

The pump does not contain aggressive, biological, radioactive, poisonous, or other dangerous media.

.....
Company

.....
Date/Signature

ANNEX IV: AMORTIDOR HIDRÀULIC

DIAPHRAGM PULSATION DAMPER FPD 06 / 1.06 / 10 / 1.10

DATA SHEET FPD

FPD 06/10 KP.51 Z



FPD 06/1.06-Z



FPD 10/1.10-Z



Concept

The KNF diaphragm pulsation damper can effectively reduce the pulsation after the pump by up to 97%, whereby it is important to note that the type of pulsation damper selected and the correct installation are essential in ensuring an optimal performance.

The pulsation damper is made up of only a few parts and is constructed in a simple but effective way. A diaphragm separates the liquid section (upper part) from the damping chambers (lower part). The damping elements (situated in the damping chambers) combined with the separating diaphragm remove a large part of the pulsation caused by the pump. In the upper part of the pulsation damper there are also two choke orifices which aid the damping process.

Features

High chemical resistance

The use of chemically resistant materials such as PP, PVDF, PTFE, FFPM or other material combinations for the parts which come in contact with the liquid allows almost all neutral or corrosive liquids to be pumped.

Durable and maintenance free

The carefully considered design of this very compact pulsation damper ensures safe operation and a long life even under the most severe conditions.

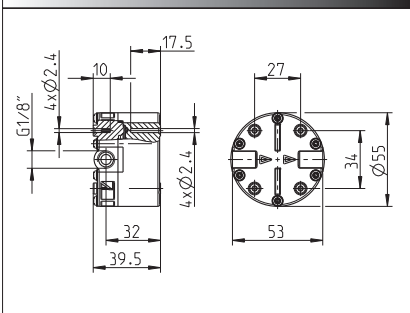
Areas of use

The KNF diaphragm pulsation damper is very versatile thus allowing it to be used not only in conjunction with a KNF pump, but in many general situations where less pulsation is required.

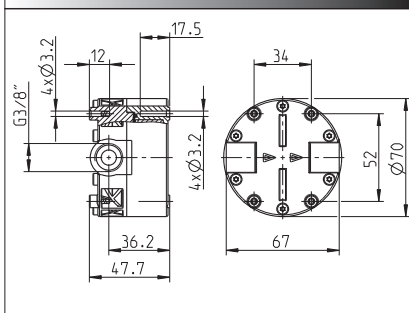
The pulsation damper can be used in the following areas:

- To reduce the vibration in hoses and pipes.
- To help remove pulsation which is preventing the system from functioning correctly.
- The protection of instrumentation connected after the pump.

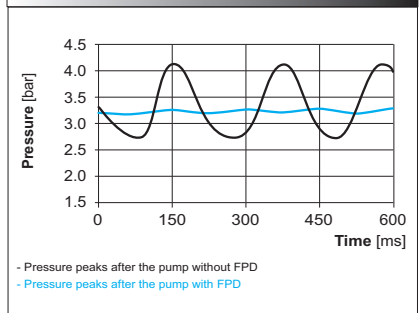
FPD 06/1.06-Z



FPD 10/1.10-Z



Dampening effect



The KNF Modular Concept of Selection



Our versatile self-selection program allows you to personally determine the optimum characteristics that you require from your pulsation damper. Select your diaphragm pulsation damper from the following characteristics:

KNF pump type being used	Max. allowed pressure (mWS)	Pulsation damper type			
		Basic model	Components		
			1	2	3
NF 5 / NF 10 / NF 25 / NF 30 / NF 60 / NF 100	<div></div> 20	FPD 06		Z	
NF 1.5 / NF 1.10 / NF 1.30 / NF 1.60	<div></div> 60*	FPD 1.06		Z	
NF 300 / NF 600	<div></div> 20	FPD 10		Z	
NF 1.100 / NF 1.300 / NF 1.600	<div></div> 60*	FPD 1.10		Z	

* For the KT and TT version: max. allowed system pressure = 40 mWg

1	Materials	
KP / KP .51*	Housing	PP
	Diaphragm	EPDM
KT	Housing	PP
	Diaphragm	FFPM
TT	Housing	PVDF
	Diaphragm	FFPM

* food conform according to the standard NSF/ANSI 169, for further information see options

2	Orifice	Standard pump
	0.7 mm	NF 1.5 / 1.30
	1.0 mm	NF 5 / 1.11
	1.2 mm	NF 10 / NF 11 / NF 25
	1.4 mm	NF 30 / NF 60 / NF 1.60
	1.6 mm	NF 1.100
	1.8 mm	NF 100
	2.0 mm	NF 1.300
	2.8 mm	NF 300 / NF 1.600
	3.4 mm	NF 600

Selection and operation

- The KNF diaphragm pulsation damper has been constructed so that the remaining pulsation will be lower than 200 mbar. This value can be improved upon if the system parameters (system pressure, motor speed, etc.) are known.
- There is the possibility that the pulsation damper will increase the pressure after the pump. This should be taken into consideration when choosing the pump.
- The pulsation damper should be located as close as possible to the pump outlet. Long connection hoses between the pump and the pulsation damper can create vibrations.
- Also available with NPT thread.

Optionen



NSF National Sanitary Foundation

NSF is market leader in the development and controlling of standards relevant for equipment used for handling foodstuffs. By using different toxicological tests our products will be certified according to the standard NSF/ANSI 169. This certification will confirm that all of the pumps with the code .51 are certified for the use with foods/consumables. In addition to this it also means that the pumps are constructed with wetted parts which come with a FDA declaration of conformity. A yearly audit from NSF will be carried out to ensure that these standards are being maintained. A list of the various products are available on request.

* FDA = Food and Drug Administration

We specialise in tailor made solutions. For all the possible options please feel free to contact us.

KNF FLODOS AG, Wassermatte 2, 6210 Sursee, Switzerland - www.knf-flodos.ch, info@knf-flodos.ch

INNOVATIVE
TECHNOLOGY
WORLDWIDE



ANNEX V: BESCANVIADOR DE CALOR

08 INTERCAMBIADOR DE PLACAS TERMOSOLDADO IDS-14

IDROGAS

Información general:

El principio de construcción del intercambiador de placas termosoldado comprende un paquete de placas, está compuesto por placas de canal corrugadas entre los paquetes de placas delanteras y traseras de cubierta. Las placas de cubierta constan de placas de sellado, anillos ciegos y placas de cubierta. Durante el proceso de soldadura al vacío, se forma una unión soldada en cada punto de contacto entre dos placas. El diseño crea un intercambiador de calor que consta de dos circuitos separados.

Las opciones de diseño del intercambiador de calor de placas soldadas son muy variadas.

Tenemos disponible diferentes modelos de placa para varias funciones y prestaciones específicas. Puede escoger una configuración estándar ICPS o una unidad según sus necesidades específicas. Usted es quien elige.

Aplicaciones típicas:

- HVAC calefacción/refrigeración/energías renovables
- Aplicaciones de refrigerante
- Industrial refrigeración/calefacción
- Refrigeración de aceite

Principios de funcionamiento:

La superficie de calor consiste en placas finas corrugadas de metal que se inserta una en la parte superior de la otra. Los canales se forman entre las placas y para lograr un proceso de transferencia de calor más eficiente los puertos de los ángulos están dispuestos de forma que los dos caudales medios fluyen a través de canales alternados, usualmente a contracorriente.

Diseño estándar

El paquete de placas está protegido por placas de cubierta. Las conexiones se ubican en la placa de cubierta delantera. Para mejorar el diseño de la transferencia de calor, las placas de canal son corrugadas.

Características para las ofertas:

Para realizar una oferta específica, infórmenos en su pedido:

- Caudal requerido y temperaturas
- Caída de presión máxima permitida

Materiales estándar:

Placas de cubierta: 304 acero inoxidable

Conexiones: 316 L acero inoxidable

Placas: 316 L acero inoxidable

Material de soldadura 99,99 % Cobre

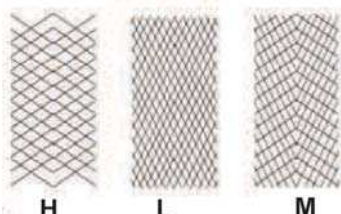


Rosca macho

Calefacción:

Entrada D4--D3: ISO-G 3/4"M

Salida D2--D1: ISO-G 3/4"M

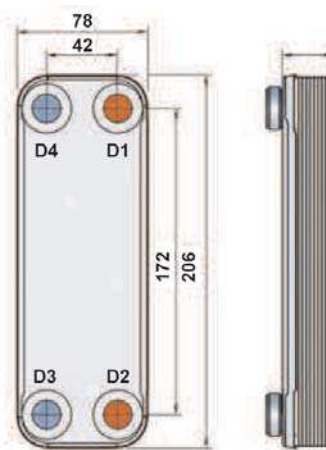


Placas y Tipos de canal:

La unidad está disponible con diferentes tipos de canal donde varía el modelo de corrugado de la placa. Los ángulos en V pueden ser obtusos (placa theta alta, H) o agudos (placa theta baja, L).



Esquema de componentes:



Datos estándar:

- Medidas en mm: 9 + (23 * n) (+/-2%)
- Peso**kg: 0,6 + (0,06*n)
- (n: número de placas) * Excepto conexiones
- Temp. máx trabajo: 225°C
- Presión de trabajo: 0-30 bar
- Caudal máx 3,62 m³/h
- Num. de placas max/min: 4 /100

CC 08 002	IDS 14-20 PLACAS
CC 08 003	IDS 14-30 PLACAS
CC 08 004	IDS 14-40 PLACAS

ANNEX VI: SENSOR DE PRESSIÓ

**ENGLISH**

Datasheet

Stock No.s: 8285690, 8285694, 8285701, 8285704, 8285707, 8285710, 8285713, 8285717, 8285723, 8285726, 8285729, 8285732, 8285735, 8285739, 8285748

IPSL Series - Low Range Industrial Pressure Sensor



- *Piezo-resistive sensor*
- *Stainless steel body & diaphragm*
- *Accuracy $<\pm 0.25\%$ FS BFSL*
- *Various outputs including Volts and mA.*
- *Pressure ranges from 50 mbar to 1000 mbar*
- *Gauge or Absolute pressure reference*

Options available on the IPSL pressure transmitter.

Pressure range
Pressure reference (G or Abs)
Output type

The IPSL is suitable for use in a wide range of applications. The probe uses a piezo-resistive silicon sensor, giving excellent media compatibility within an oil filled 316L stainless steel housing

The electronics incorporate a microprocessor based amplifier, requiring no adjusting and giving stable electronics, especially in high vibration/shock applications.

Each device is temperature compensated, calibrated and supplied with a traceable serial number and calibration data*.

There is a choice of internal O ring seals to ensure that the device is compatible with a wide range of media.

Custom versions can be made for particular applications.

Suitable applications

HVAC	Mechanical engineering
Pneumatics	Environmental engineering
Rainwater harvesting	Automotive testing
Agricultural machinery	Tank gauging
Laboratory testing	IBC, IBC Tote or pallet tank

Performance

Accuracy (Non-Linearity & Hysteresis) $<\pm 0.25\%$ / FS (BFSL) for gauge, $<\pm 0.5\%$ for Absolute

Setting Errors (offsets)	2-wire	Zero & Full Scale, $<\pm 0.5\%$ / FS
	3-wire	Zero & Full Scale, $<\pm 0.5\%$ / FS
Permissible Load	2-wire	$R_{max} = [(Supply - 9min)/0.02]\Omega$
	3-wire	$R_{min} = 10k\Omega$
Influence Effects	Supply	$<0.005\%$ FS / 1V
	Load	0.05% FSO / $k\Omega$

Material Specifications

Housing	303 Stainless Steel
"O" ring seals	Viton
Diaphragm	316L Stainless Steel
Media wetted parts	Housing & connection, "O" ring seal, diaphragm

Miscellaneous

Current consumption	2-wire Limits at 28mA 3-wire Typical 6mA
Weight	Approx 100g
Installation position	Any, small zero shift when tilted through 90°
Operational Life	$> 100 \times 10^6$ cycles
Insulation resistance	$> 50M\Omega$ at 50Vdc

Electrical Protection

Supply reverse polarity	No damage/no function
Electromagnetic compatibility	CE Compliant

Mechanical Stability

Shock	100g / 11s
Vibration	10g RMS (20 - 2000Hz)

Temperatures & Thermal Effects

Media Temperature	-40°C to +125°C
Ambient Temperature	-20°C to +80°C
Storage temperature	-40°C to +125°C
Compensated temperature range	+20°C to +80°C
Thermal Zero Shift (TZS)	$<\pm 0.04\%$ /FS/°C
Thermal Span Shift	$<-0.015\%$ /°C



Made in the UK

IPSL RS Pro 2017

Specifications are subject to change without prior notice.

*Calibration data is supplied as a sticker affixed to the product packaging - do not discard



IPSL Series - Low Range Industrial Pressure Sensor

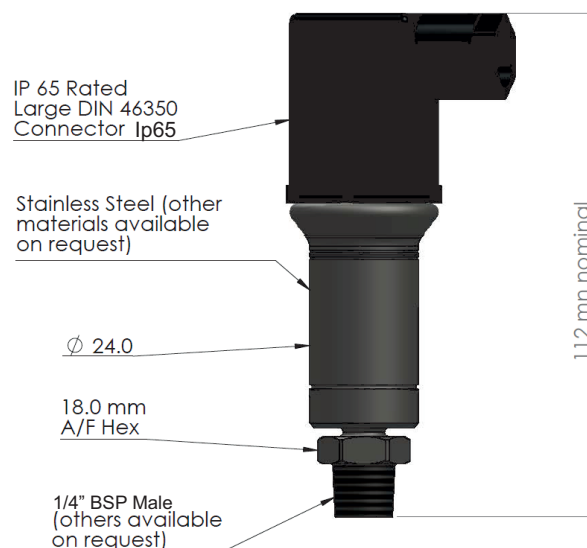
Pressure Ranges and Passive mV/V Outputs

Nominal Pressure, Gauge, mbar	50	100	250	500	750	1000
Nominal Pressure, Absolute mbar				500	750	1000
Permissible Overpressure mbar	2 bar	2 bar	2 bar	5 bar	5 bar	5 bar

Output Signals and Supply Voltages DIN 43650

Wire system	Output	Supply Volts	Connection	Pin No.
2-wire	4-20mA	9-32Vdc	+ve Supply -ve Supply Ground	Pin 1 Pin 2 Earth pin
3-wire	0.5 - 4.5Vdc (non-ratiometric)	9-32 Vdc	+ve Supply -ve Supply +ve Output Ground	Pin 1 Pin 2 Pin 3 Earth Pin

RS Stock No.	Pressure Range	Output
8285707	0 - 50mbar G	4-20mA
8285710	0 - 100mbar G	4-20mA
8285717	0 - 250mbar G	4-20mA
8285729	0 - 500mbar G	4-20mA
8285732	0 - 750mbar G	4-20mA
8285739	0 - 1000mbar G	4-20mA
8285701	0 - 50mbar G	0.5 to 4.5V 3Wire
8285713	0 - 100mbar G	0.5 to 4.5V 3Wire
8285726	0 - 250mbar G	0.5 to 4.5V 3Wire
8285723	0 - 500mbar G	0.5 to 4.5V 3Wire
8285735	0 - 750mbar G	0.5 to 4.5V 3Wire
8285748	0 - 1000mbar G	0.5 to 4.5V 3Wire
8285690	0 - 500mbar Abs	4-20mA
8285694	0 - 750mbar Abs	4-20mA
8285704	0 - 1000mbar Abs	4-20mA



Specifications are subject to change without prior notice.

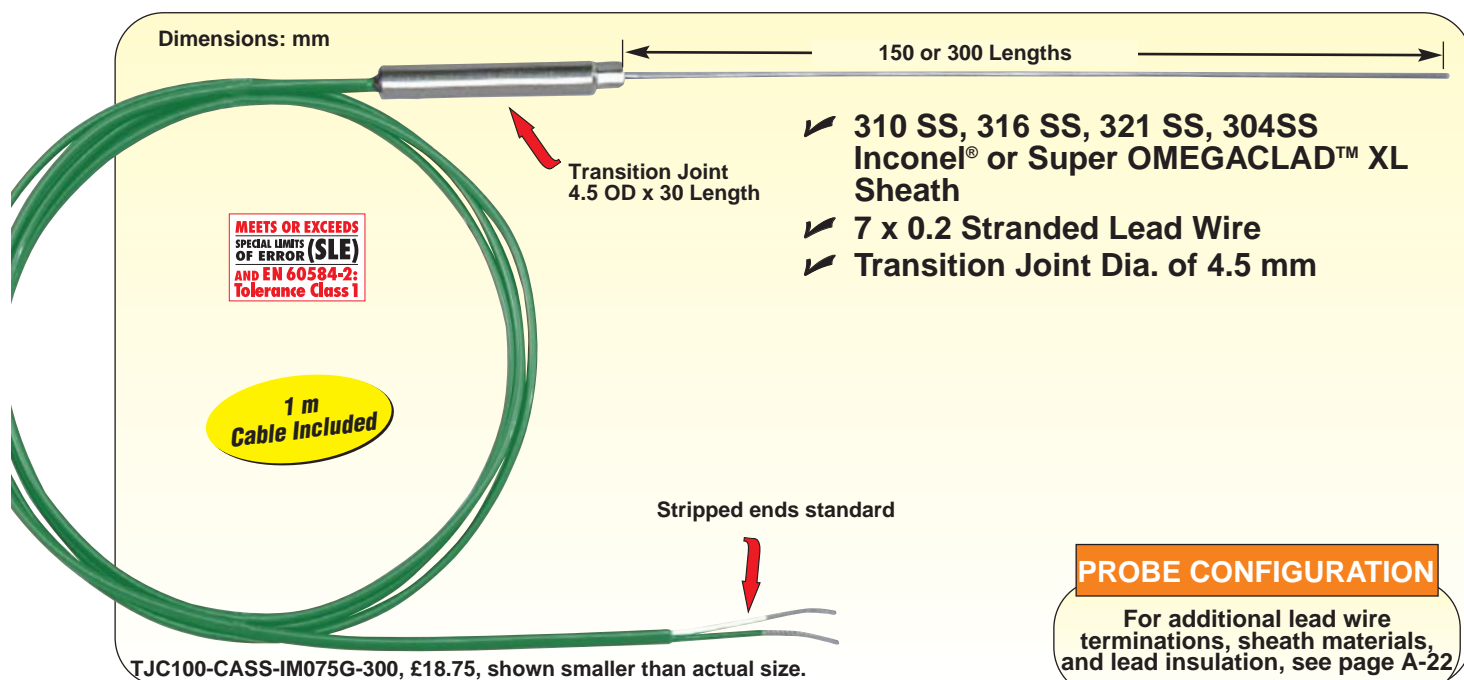


ANNEX VII: TERMOPARELLS

Compact Transition Joint Probes

Where Space is Limited

PFA Insulated Lead Wire



SUPER OMEGA CLAD™ XL MODELS HIGHLIGHTED!

To Order (Specify Model Number)								
Calibration IEC Code	Sheath† Material	Sheath Dia. mm	Upper Temp Guidelines °C T/C Junction	Model No. *Specify Junction (G)rounded, (E)xposed, or (U)ngrounded. **Probe Length 150 mm, 300 mm, 450 mm in Stock	Price 150 mm & 300 mm		Price Add'l metre Lead Wire	Price Add'l 150 mm MI Cable
					G*/E*	U*		
K CHROMEGLA™ ALOMEGA™	304SS	0.25	260	TJC100-CASS-IM025(*)-(**)	£32.00	£45.50	£2.20	£0.85
	304SS	0.50	371	TJC100-CASS-IM050(*)-(**)	18.75	20.00		0.45
	304SS	0.75	371	TJC100-CASS-IM075(*)-(**)	18.75	20.00		0.45
	304SS	1.00	371	TJC100-CASS-IM100(*)-(**)	18.75	20.00		0.45
	304SS	1.50	899	TJC100-CASS-IM150(*)-(**)	18.75	20.00		0.55
	INC600	0.25	260	TJC100-CAIN-IM025(*)-(**)	£32.00	£45.50	£2.20	£0.85
	INC600	0.50	371	TJC100-CAIN-IM050(*)-(**)	18.75	20.00		0.45
	INC600	0.75	371	TJC100-CAIN-IM075(*)-(**)	18.75	20.00		0.45
	INC600	1.00	371	TJC100-CAIN-IM100(*)-(**)	18.75	20.00		0.45
	INC600	1.50	921	TJC100-CAIN-IM150(*)-(**)	18.75	20.00		0.55
	XL	0.25	316	TJC100-CAXL-IM025(*)-(**)	£34.00	£47.50	£2.20	£0.95
	XL	0.50	427	TJC100-CAXL-IM050(*)-(**)	20.75	22.00		0.45
	XL	0.75	427	TJC100-CAXL-IM075(*)-(**)	20.75	22.00		0.45
	XL	1.00	427	TJC100-CAXL-IM100(*)-(**)	20.75	22.00		0.45
	XL	1.50	1038	TJC100-CAXL-IM150(*)-(**)	20.75	22.00		0.55
J IRON- CONSTANTAN	304SS	0.25	204	TJC100-ICSS-IM025(*)-(**)	£32.00	£45.50	£2.20	£0.85
	304SS	0.50	260	TJC100-ICSS-IM050(*)-(**)	18.75	20.00		0.45
	304SS	0.75	316	TJC100-ICSS-IM075(*)-(**)	18.75	20.00		0.45
	304SS	1.00	371	TJC100-ICSS-IM100(*)-(**)	18.75	20.00		0.45
	304SS	1.50	441	TJC100-ICSS-IM150(*)-(**)	18.75	20.00		0.55
T COPPER- CONSTANTAN	304SS	0.50	260	TJC100-CPSS-IM050(*)-(**)	£18.75	£20.00	£2.20	£0.45
	304SS	0.75	316	TJC100-CPSS-IM075(*)-(**)	18.75	20.00		0.45
	304SS	1.00	371	TJC100-CPSS-IM100(*)-(**)	18.75	20.00		0.45
	304SS	1.50	371	TJC100-CPSS-IM150(*)-(**)	18.75	20.00		0.55

* To order with alternative stainless steel sheaths change SS in part number to "310SS", "316SS" or "321SS".

* Specify junction type: E (Exposed), G (Grounded) or U (Ungrounded). ** Specify length in mm, 150 mm & 300 mm price shown.

Custom lengths also available; use additional price for length in 150 mm increments.

Ordering Example: TJC100-CASS-IM050G-150, compact transition joint probe, 1 m cable, Type K, 0.5 mm O.D. stainless steel sheath, 150 mm length, grounded junction, £18.75. Inconel® is a registered trademark of Huntington Alloys Canada Ltd.



ANNEX VIII: BANY TERMOSTÀTIC

7 Liter Refrigerated Circulator, -40°C



PD07R-40

Key Specifications

Description	-40, 7 L Ref. Circulator
Controller Type	Performance Digital
Display	4.3" SmartTouch Touchscreen
Connectivity	Ethernet, USB A & B, RS232/addressable RS485, Remote On/Off, External Temperature Probe
Languages Supported	11: French, German, Spanish, Chinese, Portuguese, Russian, Hindi, Arabic, Italian, Korean, English
Swivel 180 Rotating Controller	Yes
Working Temperature Range °C	-40° to 200°
Temperature Stability °C	±0.005°
Fluid Optimization/Specific Heat Tuning	Automatic and/or user-adjustable
Temperature Calibration Capability	10-point
Working Access (L x W x D) (cm)	15.7 x 14.2 x 12.7 cm
Pump Type	Pressure/Suction

External Temperature Control Capability	Yes
Flammability Class (DIN 12876-1)	III (FL)
Electrical Plug Options	Part numbers listed are Standard U.S. and European types. Country specific plug types available . Contact your regional distributor to order .

Key Features

Performance Digital Controller

Key Features

- Intuitive 4.3" (10.9 cm) SmartTouch display
- 11 languages: French, German, Spanish, Chinese, Portuguese, Russian, Hindi, Arabic, Italian, Korean, English
- Variable speed pump with open- and closed-loop external circulation capability
- Swivel 180™ Rotating Controller
- On-board connectivity: USB-A & B, Ethernet, RS-232/RS-485, remote on/off and external temperature probe
- Event scheduling (time & date) with real-time clock
- Review temperature trends for up to 10 days
- Multiple selectable "home" screens
- On-screen help
- Automatic and/or user-adjustable performance optimization
- 10-point calibration capability
- Includes Enhanced Performance Hardware & Software Package (Pt100 temperature probe, USB flash drive for data logging, stainless steel fittings and tubing adapters, PolyScience LabVIEW™ Virtual Instrument, iPhone® application download)

Common Specifications

Working Temperature Range °F	-40° to 392°
Working Temperature Range °C	-40° to 200°
Nominal Cooling Capacity @ +20C (W)	360
Reservoir Capacity (gallons)	1.85
Reservoir Capacity (liters)	7
Reservoir/Tank Material	Stainless Steel

Reservoir Cover	Included
DuraTop	Yes
LidDock	Yes
Cleanable Air Filter	Yes
Working Access (L x W x D) (inches)	6.18 x 5.59 x 5 in
Working Access (L x W x D) (cm)	15.7 x 14.2 x 12.7 cm
Temperature Stability °F	±0.01°
Temperature Stability °C	±0.005°
Display	4.3" SmartTouch Touchscreen
Display Resolution (Set)	0.01
Display Resolution (Read)	0.001
Pump Type	Pressure/Suction
Pump Speed	Variable
Process Connections	1/4" (F) NPT
External Temperature Control Capability	Yes
Flammability Class (DIN 12876-1)	III (FL)
Over-Temperature Protection / Failsafe Heater Control	Yes
Low Liquid Level Protection	Yes
WhisperCool Environmental Control Technology	Yes
Cool Command Refrigeration Technology	Yes
Reservoir Drain	Yes
Included Software	PolyTemp Viewer, TDMS file viewer, USB driver, PolyScience LabVIEW Virtual Instrument & Functions, PolyTemp Remote iPhone application
Maximum Ambient Temperature °F	95°
Maximum Ambient Temperature °C	35°
Overall Dimensions (L x W x H) (inches)	21.3 x 8.7 x 24.3 in
Overall Dimensions (L x W x H) (cm)	54.1 x 22.1 x 61.7 cm
Refrigerant	R404A
Environmental Compliance	RoHS, WEEE
Shipping Weight (pounds)	90.0
Shipping Weight (kilograms)	40.8

Catalog Page Number	38-39
---------------------	-------

60 Hz Only

Part Number	PD07R-40-A11B
Maximum Pressure (psi)	4.3
Maximum Pressure (bar)	0.30
Maximum Pressure Flow Rate (gpm)	5.30
Maximum Pressure Flow Rate (l/min)	20.1
Maximum Suction Flow Rate (gpm)	3.9
Maximum Suction Flow Rate (l/min)	14.7
Cooling Capacity @ -20°C (W)	115
Cooling Capacity @ 0°C (W)	250
Cooling Capacity @ +20°C (W)	360
Included Hardware	PT100 temperature probe, USB drive, stainless steel hose adapters for 3/8", 1/4", and 3/16"
Heater Wattage	1100
Electrical Requirements (VAC/Hz/Ph/A)	120/60/1/12
Regulatory Approvals	ETL

50 Hz Only

Part Number	PD07R-40-A12E
Maximum Pressure (psi)	3.6
Maximum Pressure (bar)	0.25
Maximum Pressure Flow Rate (gpm)	4.40
Maximum Pressure Flow Rate (l/min)	16.7
Maximum Suction Flow Rate (gpm)	3.2
Maximum Suction Flow Rate (l/min)	12.2
Cooling Capacity @ -20°C (W)	115
Cooling Capacity @ 0°C (W)	250
Cooling Capacity @ +20°C (W)	360
Included Hardware	PT100 temperature probe, USB drive, stainless steel hose adapters for 3/8", 1/4", and 3/16", and 1/4" NPT to M16 adapter
Heater Wattage	2200

Electrical Requirements (VAC/Hz/Ph/A)	240/50/1/12
--	-------------

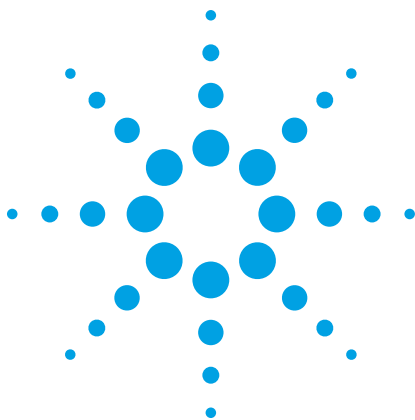
Regulatory Approvals	CE
----------------------	----

© 2015 **PolyScience** 6600 W. Touhy Avenue, Niles, Illinois 60714-4516 USA

Phone: +1(847) 647-0611 or +1(800) 229-7569 **Fax:** +1(847) 647-1155

Source URL (modified on 10/16/2015 - 08:11): <https://www.polyscience.com/circulating-baths/7-liter-refrigerated-circulator-40%C2%B0c-1>

ANNEX IX: DATA ACQUISITION



Agilent 34970A

Familia de unidades de adquisición de datos/ conmutación

Descripción de producto

34970A

34972A



Rendimiento Agilent por una mínima parte del coste de otros sistemas de adquisición de datos independientes

- Mainframe de 3 ranuras con multímetro digital de 6½ dígitos incorporado y 8 módulos conectables de conmutación y de control opcionales
- Mide y convierte 11 señales de entrada distintas: temperatura con termopares, RTD y termistores; tensión DC/AC; resistencia a 2 y 4 hilos; frecuencia y periodo; corriente DC/AC
- Opciones de I/O Gigabit LAN, USB, GPIB o RS-232 para facilitar la conectividad con el PC
- Interfaz gráfica web para monitorización y control mediante el ratón (34972A)
- Compatibilidad con unidades USB Flash para copiar/regar datos en aplicaciones independientes (34972A)
- Incluye el software BenchLink Data Logger para configurar y controlar pruebas, mostrar resultados y recopilar datos para su posterior análisis



Agilent Technologies

Contenido

3	Características
6	34970A/34972A: potencia y flexibilidad
7	La unidad 34970A/34972A para aplicaciones de adquisición de datos
10	Uso de la unidad 34970A/34972A para aplicaciones de equipos de prueba automatizados
11	Lista de características del equipo de prueba automatizado
12	Uso de la unidad 34970A/34972A para aplicaciones de conmutación
13	Personalice la unidad 34970A/34972A con módulos conectables
13	Guía de selección rápida de módulos
14	Calidad Agilent
15	Guía de interpretación de especificaciones
16	Especificaciones de precisión
18	Velocidad de medición de sistema
19	Especificaciones del sistema
19	Software Agilent BenchLink Data Logger incluido
20	Especificaciones de los módulos
21	Guía de selección de multiplexores (34901A, 34902A y 34908A)
23	Módulo de actuador (34903A)
23	Módulo de matriz (34904A)
24	Módulos de multiplexor de RF (34905A, 34906A)
25	Módulo multifunción (34907A)
26	Montaje en rack y dimensiones
27	Información para pedidos

Características

Precio y rendimiento sin competencia

Atrévase a comparar las unidades de adquisición de datos/ conmutación 34970A y 34972A de Agilent Technologies con otros de los sistemas de adquisición de datos disponibles en el mercado. Será difícil que encuentre un sistema que ofrezca el potente rendimiento de medida, la flexibilidad, las opciones de conectividad y la facilidad de uso de la unidad 34970A/34972A, incluso en sistemas que cuestan entre 3 y 5 veces más.

¿Qué puede esperar de un sistema de adquisición de datos con este precio? Medidas plenamente fiables

Hemos tomado el dispositivo de medida del multímetro digital de banco de trabajo más vendido y lo hemos integrado en un mainframe de 3 ranuras. Así, disfrutará del rendimiento de medida probado de Agilent, entradas universales con acondicionamiento de señal incorporado y flexibilidad modular, todo ello en un paquete de adquisición de datos compacto y económico. La unidad 34970A/34972A presenta 6½ dígitos (22 bits) de resolución, precisión de DCV básica del 0,004 % y ruido de lectura ultrabajo. Combine estas características con velocidades de barrido de hasta 250 canales/s y obtendrá la velocidad y precisión necesarias para terminar los trabajos con éxito y a la primera.

Acondicionamiento de señal incorporado para obtener resultados a la primera

¿Necesita medir temperatura, tensión AC/DC, resistencia, frecuencia o corriente? Confíe en la unidad 34970A/34972A.

El multímetro digital con autorango mide directamente 11 funciones distintas, sin que sea necesario realizar un costoso acondicionamiento de señal externo. Y nuestro diseño exclusivo permite una configuración por canal completa para conseguir la máxima flexibilidad y una configuración rápida y sencilla. Es como tener un multímetro digital de alto rendimiento e independiente tras cada canal.

Conectividad estándar con el PC

Independientemente del uso de interfaces GPIB, RS-232, LAN o USB, la familia 34970A/34972A permite una conexión fácil con el PC. La unidad 34972A cuenta con interfaces Gigabit LAN y USB 2.0 incorporadas, por lo que puede conectarse a un PC moderno sin tener que adquirir tarjetas GPIB, cables o convertidores. Además, la conexión LAN estándar ofrece la ventaja adicional de una interfaz gráfica web que facilita la configuración de las medidas y la monitorización de los resultados utilizando un navegador web estándar.

Cómodo almacenamiento de datos en unidad USB Flash

La unidad 34972A también presenta un puerto de memoria USB incorporado que permite utilizar unidades USB Flash para cargar configuraciones de BenchLink Data Logger en el 34972A y recopilar datos sin tener que conectarse a un PC. Los datos pueden registrarse directamente en la unidad USB Flash, ampliando así la memoria del instrumento, o copiarse desde la memoria interna para transferirlos a un ordenador en otro lugar.



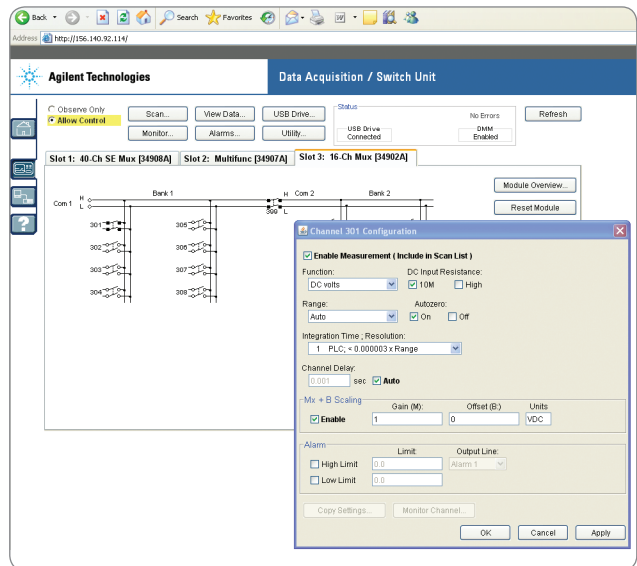
Interfaz gráfica web fácil de usar (solo 34972A)

La interfaz gráfica web incorporada facilita el acceso y el control del instrumento utilizando un navegador web con Java, como Internet Explorer. Esta interfaz permite configurar medidas, definir y ejecutar listas de barrido, o monitorizar los resultados de medida desde cualquier lugar a través de la red. Solo tiene que introducir el nombre de host o la dirección IP en el campo URL del navegador para acceder a las funciones del instrumento, gracias al control por ratón situado en el mismo navegador.

- Especificar la configuración de medida por canal
- Definir y ejecutar exploraciones de conmutación
- Abrir, cerrar o monitorizar posiciones de conmutación
- Monitorizar lecturas de medida
- Ver y guardar datos
- Enviar comandos SCPI y ver el registro de comandos de I/O
- Ver la cola de errores
- Ver información del instrumento, como la configuración de módulos, recuentos de relé, revisiones de firmware y mucho más

Además, como la interfaz web está incorporada en el instrumento, puede acceder desde cualquier sistema operativo que admita navegadores web sin tener que instalar ningún software específico.

Para restringir el acceso, la unidad también dispone de protección por contraseña y bloqueo de LAN. La interfaz gráfica web facilita la configuración de medidas, configuración y ejecución de barridos o la solución de problemas en los diseños desde cualquier lugar a través de la red.

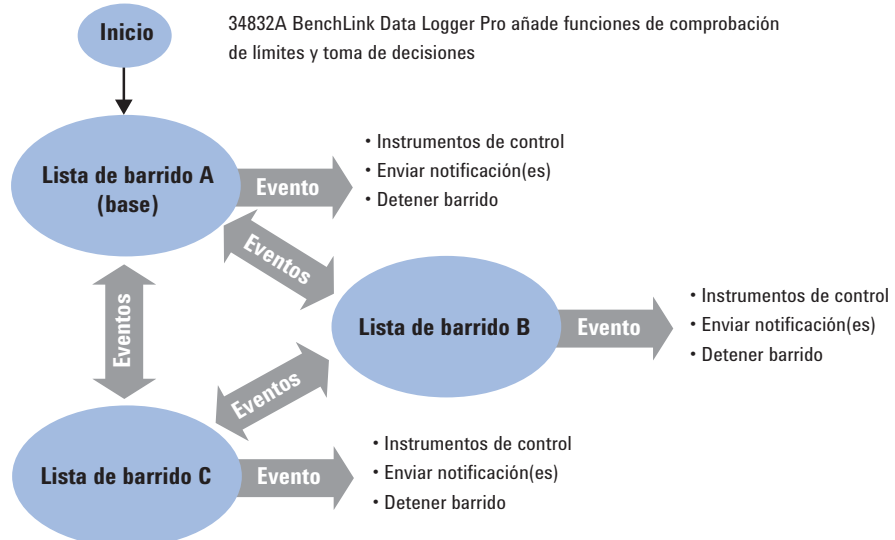


Con el software gratuito BenchLink Data Logger ahorrará tiempo y dinero

Ya no es necesario perder tiempo escribiendo o configurando software. El software Agilent BenchLink Data Logger 3 le permite configurar pruebas y visualizar y analizar datos en tiempo real con la conocida interfaz de Microsoft® Windows®. Aún más, la aplicación de registro de datos está incluida en cada unidad estándar 34970A/34972A de Agilent.

También disponible

El software BenchLink Data Logger Pro añade funciones de comprobación de límites y toma de decisiones para las aplicaciones más complejas. Solo tiene que identificar las medidas que desee adquirir, definir los límites y las acciones que se llevarán a cabo, e iniciar el proceso. Sus datos serán recopilados, evaluados y desencadenarán la acción correspondiente en tiempo real.



Facilidad de uso máxima

Desde la configuración simplificada hasta la interfaz gráfica web de la 34972A, hemos hecho todo lo posible por facilitarle el trabajo. Una serie de sencillas mejoras, como conectores de terminal atornillado en los módulos, uniones de referencia de termopar incorporadas, una documentación de usuario bien organizada con multitud de ejemplos y consejos, y un kit Primeros pasos que le permitirá realizar medidas en cuestión de minutos, se combinan para aumentar la productividad, independientemente de la frecuencia con que use el instrumento.

Configuraciones personalizadas que crecen a su ritmo

3 ranuras para módulos y 8 módulos de conmutación/control permiten personalizar la unidad 34970A/34972A en respuesta a sus demandas específicas. Solo tendrá que adquirir lo que necesite y agregar módulos a medida que crezca su aplicación.

Compatibilidad entre 34970A y 34972A

La unidad de adquisición de datos/conmutación LXI 34972A es la versión LXI de la unidad 34970A. Sustituye a las interfaces GPIB y RS-232 con una conectividad moderna directamente al PC o al ordenador portátil.

Los 8 módulos conectables pueden utilizarse con cualquiera de las dos unidades, de forma que todas las medidas y cableados son compatibles. La unidad 34972A puede integrarse fácilmente en programas de pruebas existentes con solo cambiar la dirección del instrumento. Como el código del 34972A es un superconjunto del código de la unidad 34970A, una vez se cambie la dirección del instrumento, el programa de pruebas se ejecutará normalmente.

Ejemplo:

Cambiar:

```
Set inst1.IO = ioMgr.Open("GPIB0::9::INSTR")
```

A:

```
Set inst1.IO = ioMgr.Open("TCPIP0::156.140.77.230::inst0::INSTR")
```

	34970A	34972A
8 módulos disponibles	•	•
Drivers para LabView	•	•
Drivers IVI-C, IVI-COM	•	•
BenchLink Data Logger	•	•
BenchLink Data Logger Pro opcional	•	•
Interfaz gráfica web		•
Gigabit LAN		•
USB 2.0		•
Puerto de memoria USB		•
GPIB	•	
RS-232	•	

Más potencia y flexibilidad de la que nunca haya podido imaginar

El multímetro digital interno de 6½ dígitos (22 bits) mide 11 funciones sin acondicionamiento externo de la señal

Intuitivo panel frontal con menús de autogüía y orientados a tareas

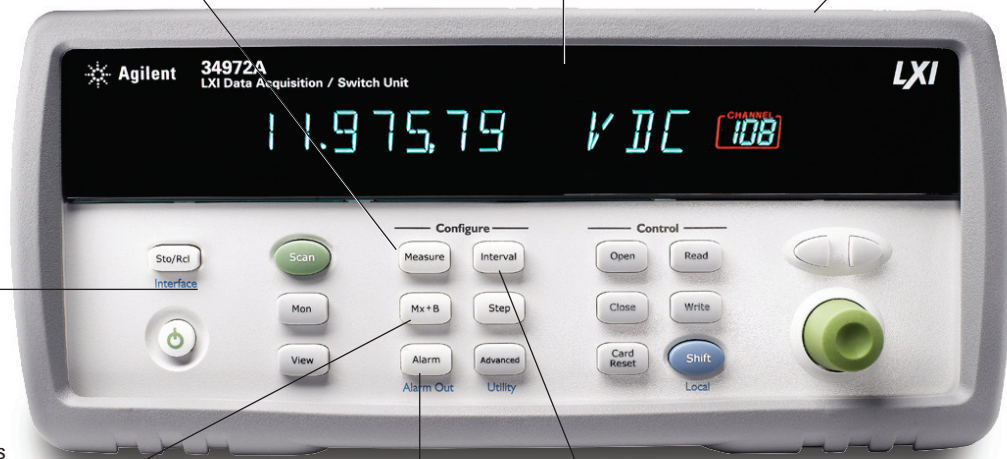
La memoria no volátil de 50 000 lecturas conserva los datos cuando no hay energía

Modo de monitorización para supervisar las pruebas en marcha

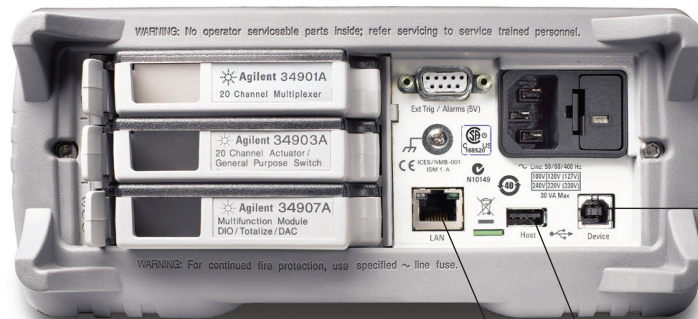
Función de escalado para convertir datos brutos en las unidades definidas por el usuario

Límites de alarma HI/LO en cada canal de entrada más 4 salidas de alarma TTL

Reloj en tiempo real con batería para marcar los barridos y la información temporal de las medidas



34972A



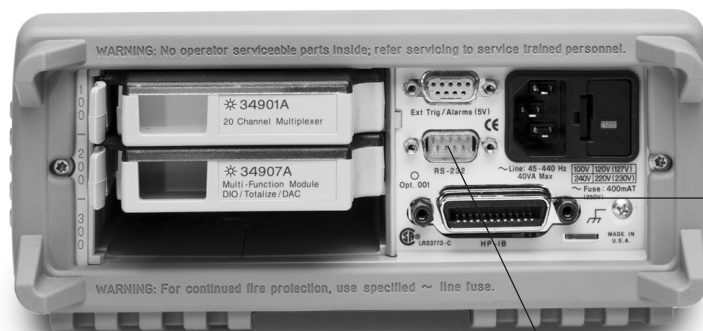
USB

- Hasta 96 puntos de cruce de matriz o 120 canales single-ended
- Ocho módulos conectables de conmutación y de control a elegir
- Agilent BenchLink Data Logger 3, drivers IVI-CC, IVI-COM y drivers para Agilent VEE y NI LabView incluidos

Puerto de memoria USB para registrar/transferir datos a una unidad USB Flash

Puertos LAN y USB incorporados para conexión inmediata a un PC

34970A

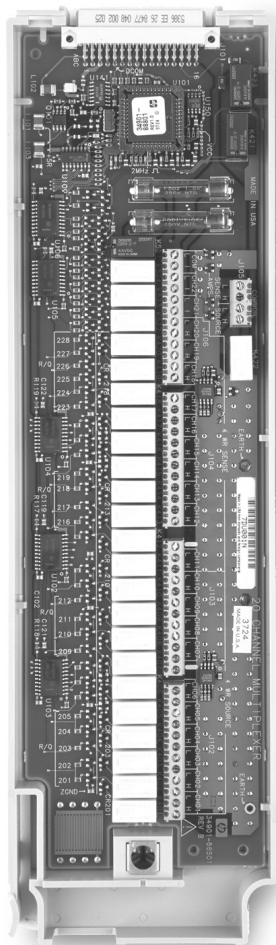


GPIB

Interfaces GPIB y RS-232 incorporadas en 34970A

La unidad 34970A/34972A de Agilent ofrece una versatilidad sin precedentes para aplicaciones de adquisición de datos

En el pasado, había que elegir: por un lado, podíamos disfrutar del funcionamiento sencillo y el bajo coste de un registrador de datos; por otro lado, estaba la flexibilidad y el alto rendimiento de los sistemas de adquisición de datos modulares. Con la unidad de adquisición de datos/conmutación 34970A/34972A de Agilent ya no tiene que elegir: dispondrá de una interfaz de usuario sencilla con un coste por canal mínimo, flexibilidad modular, conectividad estándar y un rendimiento de medida impresionante.



¿Es ingeniero de I+D y necesita caracterizar su último diseño? ¿O un ingeniero de fabricación y quiere construir un sistema de pruebas o solucionar los problemas de un proceso? La unidad de adquisición de datos/conmutación 34970A/34972A ofrece la mejor relación precio-rendimiento de medida.

Un registrador de datos

Configurada con un multiplexor de relé de 20 canales, la unidad 34970A/34972A se convierte en un potente y económico registrador de datos para aplicaciones de caracterización simples. Aún más, las interfaces LAN y USB de la unidad 34972A hacen que resulte ideal para configurar y controlar aplicaciones de registro de datos en ubicaciones remotas. Para más información sobre el uso de la unidad 34970A/34972A para aplicaciones de registro de datos, consulte la página 8.

Una entrada de adquisición de datos

La unidad 34970A/34972A constituye un sistema de prueba automatizado con un excelente rendimiento de medida, con la precisión, resolución y velocidad necesarias. Para obtener información de aplicación, consulte la página 10.

Un sistema de conmutación

Solicite el mainframe sin el multímetro digital interno y tendrá una solución de enrutamiento de señales de alta calidad a un precio aún menor. Para más información, consulte la página 12.

Un registrador de datos fácil de usar para aplicaciones de monitorización y caracterización

Los registradores de datos se utilizan para monitorizar múltiples señales (temperatura, tensión, etc.) durante largos periodos de tiempo para identificar irregularidades. Las aplicaciones de ejemplo incluyen la monitorización de cámaras climáticas, inspección de componentes, pruebas para banco de trabajo, solución de problemas en procesos y realización de perfiles de temperatura.

La unidad 34970A/34972A de Agilent resulta fácil de usar en multitud de aplicaciones de registro de datos y monitorización, ya sea de forma independiente o con un ordenador. Su diseño flexible y modular le permite utilizar de 20 a 120 canales, pudiendo agregarse canales de actuador, I/O digitales y salida analógica para simplificar el control. Su tamaño compacto, sus

robustas características y el puerto de memoria USB de la unidad 34972A hacen que resulte perfecta para aplicaciones portátiles. También puede utilizar las interfaces GPIB (IEEE 488) o RS-232 de la unidad 34970A para sistemas heredados o la unidad 34972A con interfaces LAN y USB estándar para simplificar la conexión sencilla a un PC y dar soporte a aplicaciones remotas. El modelo 34972A puede configurarse en ubicaciones remotas para acceder a él a través de la interfaz web en una conexión de red o a través de su puerto USB, copiando las configuraciones de instrumento y los resultados de los datos de medida en una unidad USB Flash.

Medidas mejores con menos esfuerzo

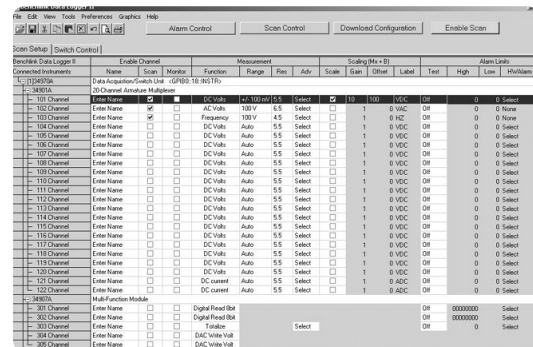
¿Está cansado de los rendimientos de medida mediocres que ofrece la mayoría de registradores de datos y paneles de adquisición de datos conectables? La unidad 34970A/34972A ofrece 6½ dígitos de resolución y precisión de DCV básica a un año del 0,004 %.

Simplifique la recopilación de datos con el software Agilent BenchLink Data Logger 3

¿Necesita funciones de registro de datos basadas en PC pero no quiere invertir horas en programación? El software BenchLink Data Logger 3 es la respuesta. Esta aplicación basada en Windows está diseñada para recopilar y analizar medidas en el PC en un momento. Puede utilizarla para configurar las pruebas, adquirir y archivar datos de medida, y realizar visualizaciones y análisis en tiempo real de las medidas entrantes.

Un entorno de hojas de cálculo muy familiar facilita la configuración y el control de las pruebas. Y un amplio conjunto de gráficos a todo color ofrece distintas opciones para analizar y mostrar los datos, todo con una gran facilidad de manejo con el ratón. Configure distintos gráficos: de banda continua, histogramas, de barras o de dispersión, resultados individuales por canal y mucho más. Además, como es lógico, puede utilizar BenchLink Data Logger 3 para trasladar fácilmente datos a otras aplicaciones para su posterior análisis o para incluirlos en sus presentaciones e informes.

El software BenchLink Data Logger puede ejecutarse conectado al ordenador, de forma independiente en el instrumento o incluso en red, utilizando la interfaz LAN de la unidad 34972A.



Y la 34970A/34972A mide y convierte 11 señales de entrada distintas:

- Temperatura con termopares, RTD y termistores
- Tension DC y AC
- Resistencia a 2 y 4 hilos
- Frecuencia y periodo
- Corriente DC y AC

Además, cada canal se configura de forma independiente. Esto significa que puede configurar el canal 1 para DCV, el canal 2 para un termopar de tipo K y los canales 3 y 13 para la medida RTD a 4 hilos, todo en el mismo módulo y en un único barrido. Para conversiones lineales personalizadas, utilice la función de escalado $Mx + B$ en cualquier canal. Incluso puede visualizarse una etiqueta personalizada de 3 caracteres, como RPM o PSI, para identificar sus unidades de medida.

Alarmas versátiles

Las alarmas también están disponibles por cada canal. Introduzca un límite alto, un límite bajo o ambos. La unidad 34970A/34972A compara cada lectura con sus límites e identifica las medidas fuera de rango. Puede asignar una de las 4 salidas de alarma TTL a cualquier canal de entrada para disparar luces de alarma externas, sirenas o para enviar un pulso TTL al sistema de control, todo ello sin necesidad de tener un PC conectado.

Barridos más simples

La unidad 34970A/34972A genera automáticamente una lista de barrido que incluye todas las entradas configuradas (incluyendo las entradas digitales del módulo multifunción 34907A de Agilent) en orden ascendente según el número de canal. Puede definir el ritmo de los barridos ajustando el temporizador interno de la unidad 34970A/34972A para que realice un barrido automático a intervalos regulares, pulsando manualmente un botón del panel frontal o enviando un comando de software o un pulso de disparo TTL externo.

Monitoree cualquier entrada

Un modo de visualización especial monitoriza un canal de entrada seleccionado, actualizando continuamente la pantalla con nuevas lecturas, incluso durante un barrido. O bien, si se utiliza la unidad 34972A con LAN incorporada, los canales se pueden monitorizar en red usando la interfaz gráfica web. Resulta ideal para vigilar una entrada clave o para solucionar problemas en el sistema antes de una prueba.

La memoria no volátil y la unidad USB Flash añaden portabilidad y comodidad

Todas las lecturas se registran con información temporal automáticamente y se almacenan en una memoria no volátil de 50 000 lecturas: suficiente para guardar los datos de más de una semana de trabajo (20 canales explorados cada 5 minutos). La memoria no volátil conserva los datos incluso tras cortar la alimentación, por lo que puede usar la unidad 34970A/34972A para recopilar datos en una ubicación remota y luego cargarlos en un PC. Y si necesita aún más memoria, el puerto USB de la unidad 34972A puede utilizarse para registrar los datos directamente en una unidad USB Flash o copiarlos desde la memoria de lectura sin tener que conectar un ordenador.

Lista de características del registro de datos

- De 1 a 120 canales de entrada analógica
- Medidas de tensiones DC y AC, de temperatura con termopar, RTD y termistor, resistencia a 2 y 4 hilos, corriente DC y AC, frecuencia y periodo
- 6½ dígitos (22 bits) de resolución con precisión de DCV básica a un año del 0,004 %
- 50 000 lecturas de memoria no volátil, incluido registro en función del tiempo
- Escala y alarmas disponibles en cada canal
- Panel frontal con todas las funciones para una configuración independiente, solución de problemas y visualización de datos
- Software BenchLink Data Logger 3 para configuración y análisis de datos
- Almacenamiento no volátil para 5 estados de instrumentos completos
- Interfaces LAN o USB incorporadas para dar soporte a las aplicaciones de registro de datos remoto (solo 34972A)

Un sistema de adquisición de datos potente y flexible para pruebas automatizadas

La unidad 34970A/34972A le ofrece la resolución, precisión, repetibilidad y velocidad que pueden esperarse de un sistema de adquisición de datos Agilent. Proporciona la potencia de medida que usted necesita, además de enrutamiento de señales y capacidad de control, en un formato flexible y modular que puede crecer y adaptarse a sus distintas aplicaciones.

Medidas con potencia

El multímetro digital interno de 6½ dígitos aporta a la unidad 34970A/34972A la potencia y rendimiento de un multímetro digital independiente de alto rendimiento, pero con un coste mucho menor y en mucho menos espacio. Resulta tan preciso como el mejor multímetro digital de banco de trabajo del mercado: precisión de DCV básica a un año del 0,004 %, precisión de ACV básica a un año del 0,06 % y precisión de resistencia básica a un año del 0,01 %. Nuestra tecnología A/D patentada Multi-slope III ofrece una linealidad increíble (2 ppm de lectura +1 ppm de rango) junto con 22 bits de resolución real. Y gracias a la integración de A/D, también ofrece un excelente rechazo del ruido, toda una ventaja frente a los ruidosos módulos conectables para PC y A/D's de muestreo. Olvidese de tener que promediar grupos de muestras para localizar los datos reales deseados. Y si necesita altas velocidades de barrido, la unidad 34970A/34972A es capaz de ofrecer medidas totalmente convertidas a velocidades de hasta 250 canales/s.

La sección de entrada del multímetro digital está aislada ópticamente y protegida de la circuitería con referencia tierra y de la interfaz de ordenador de la unidad 34970A/34972A, con un máximo de 300 V de aislamiento de entrada. Esto es importante a la hora de reducir los errores de tensión de modo común y de tierra debidos a largos tendidos de cable y fuentes de medida flotantes.

Funcionalidad flexible

El multímetro digital está instalado dentro del chasis, en lugar de situarse en una de las ranuras, dejando las 3 ranuras del mainframe libres para módulos de conmutación y de control. Puede elegir entre 8 módulos distintos (consulte la página 13) para conseguir la precisión de funcionalidad necesaria y la flexibilidad deseada para futuras expansiones.

La versatilidad del multímetro digital interno le permite medir 11 tipos de entradas de forma sencilla y económica. Las tareas de conversión y acondicionamiento de señal incorporadas convierten los datos brutos directamente en información real. Cada canal de medida se puede configurar de forma independiente, por lo que se pueden establecer distintas funciones de medida, factores de escala y límites de alarma, incluso en canales adyacentes. También pueden seleccionarse para cada canal funciones de medida avanzadas, como compensación de offset, tiempo de integración variable y retardo.

Consiga mejores medidas con el acondicionamiento de señal incorporado

La arquitectura de la unidad 34970A/34972A de Agilent ofrece ventajas frente a otras soluciones de adquisición de datos que requieren módulos externos o conectables de acondicionamiento de señal para gestionar funciones distintas de DCV:

- Minimiza el cableado externo y, en consecuencia, el potencial de entrada de ruido y errores en el sistema.
- Reduce los costes ocultos y el coste general del sistema al evitar cables innecesarios, equipos de diagnóstico y elementos de acondicionamiento de señal.
- Simplifica la configuración, agilizándola y simplificándola con menos conexiones y componentes.
- Elimina la necesidad de conjeturas en los análisis de error. La precisión de las medidas puede especificarse para que incluya todos los errores relativos al sistema.
- Mejora la fiabilidad, con menos interconexiones y menos piezas que puedan fallar.

Drivers

Saque el máximo partido al tiempo de desarrollo de software para sistemas de pruebas. La unidad 34970A/34972A dispone de drivers compatibles con C, C#, Visual Basic, Visual Studio, Agilent VEE y National Instruments LabView® para facilitar la integración en su sistema de pruebas. Las interfaces estándar RS-232 y GPIB de la unidad 34970A, o LAN y USB de la 34972A, así como el lenguaje de programación SCPI, facilitan aún más esta integración.

Lista de características del equipo de prueba automatizado

- Mainframe de tarjetas con 3 ranuras y multímetro digital interno de 6½ dígitos (22 bits)
- Precisión de DCV básica a un año del 0,004 %; precisión de ACV del 0,06%
- Hasta 120 medidas unipolares o 96 puntos de cruce de matriz en un instrumento de media anchura de rack de 3½" de altura
- Ocho módulos de conmutación y de control incluyen multiplexores de radiofrecuencia y baja frecuencia, conmutadores matriciales y de actuación, entrada y salida digital, salida analógica y registro de eventos
- Velocidades de barrido de hasta 250 canales/s
- Interfaces GPIB y RS-232 de 115 kbaudios estándar (34970A)
- Interfaz gráfica web para acelerar el desarrollo de pruebas y monitorizar pruebas de forma remota (34972A)
- Drivers disponibles para dar soporte a Agilent VEE y National Instruments LabView
- Función de mantenimiento de relé para el mantenimiento del sistema



Sistema compacto de adquisición de datos de 60 canales

Conmutación de alta calidad y bajo coste para pruebas automatizadas

Si no necesita las capacidades de medida incorporadas de la unidad 34970A/34972A, ahorre costes solicitándola sin el multímetro digital. Así conseguirá la unidad de conmutación más económica del mercado. Es la solución ideal para enrutar señales de prueba desde y hacia el dispositivo sometido a prueba (DUT) y determinados instrumentos, como multímetros digitales externos, osciloscopios, contadores y fuentes de alimentación. Además, si sus necesidades cambian, puede agregar el multímetro digital después.

La funcionalidad que necesita

Hemos invertido mucho tiempo en definir y diseñar los módulos de la unidad 34970A/34972A para abarcar una amplia gama de necesidades de conmutación y enrutamiento de señales con el menor número de módulos posible. ¿El resultado? Pedidos simplificados y una configuración más sencilla. Y, al mismo tiempo, conseguimos mejorar el rendimiento y la densidad. Los módulos de la unidad 34970A/34972A pueden conmutar de microvoltios a 300 voltios, de DC a 2 GHz, y con densidades de hasta 120 canales single-ended o 96 puntos de cruce de matriz por unidad. Además, también existen funciones de control simples, como salidas analógicas, salidas digitales de colector abierto y relés de forma C aislados para controlar dispositivos de potencia superior.

Barrido sencillo

La unidad 34970A/34972A puede realizar barridos de forma sencilla con instrumentos externos. Genera una lista de barrido que incluye todas las entradas de multiplexor de baja frecuencia habilitadas. Los barridos se controlan con la entrada externa de "avance de canal" o con la tecla "Step" del panel frontal.

Conexión a la red de la empresa

La interfaz LAN de la unidad 34972A permite conectar fácilmente el instrumento a la red de la empresa para recopilar datos de medida en una base de datos central, acceder remotamente a la configuración del instrumento o monitorizar los datos de medida desde cualquier punto de la red.



Sistema de conmutación de bajo coste para pruebas automatizadas

Personalice su 34970A/34972A de Agilent con módulos conectables

Una completa selección de módulos conectables le permite elegir entre distintas funciones de medida, conmutación y control de alta calidad. Los módulos incluyen multiplexores de RF y baja frecuencia, un conmutador matricial, un conmutador de uso general y un módulo multifunción que incluye entrada/salida digital, salida analógica y funciones de totalizador. Puede combinar los módulos a voluntad para obtener la funcionalidad precisa que necesita y luego cambiar o agregar más canales a medida que crezca la aplicación.

Los módulos para la unidad 34970A/34972A están diseñados para que las pruebas resulten más sencillas, rápidas y fiables. ¿Cómo? Así:

Mayor producción

Nuestra arquitectura exclusiva incorpora un microprocesador de altas prestaciones en cada módulo, aligerando así la carga del procesador del mainframe y minimizando las comunicaciones de conexión para agilizar la producción.

Más canales en menos espacio

La construcción de montaje en superficie y el diseño altamente integrado minimizan el espacio necesario para los circuitos de interfaces y controladores de relé. Los conectores de los módulos de alta densidad ahorran el espacio de conexión y en las placas que normalmente necesita un bloque de terminales. Utilizamos la tecnología más avanzada para sacar el máximo partido al espacio en placa disponible, ofreciéndole hasta 40 canales single-ended en aproximadamente el mismo espacio utilizado por muchos bloques de terminales de sistemas de adquisición de datos.

Conexiones cómodas

Los conectores de terminal atornillado en los módulos facilitan el cableado. El enrutamiento de cables con alivio de tracción incorporado y los puntos de sujeción aseguran el cableado contra tirones accidentales. Un bus analógico interno enruta las señales desde cualquiera de los multiplexores de baja frecuencia directamente al multímetro digital interno, sin necesidad de conexiones externas.

Utilice la siguiente tabla para localizar los módulos que responden a sus necesidades.

Guía de selección rápida de módulos para las unidades 34970A y 34972A de Agilent

Descripción del modelo	Tipo	Velocidad (canales/s)	Tensión máx.	Intensidad máx.	Ancho de banda	Desviación térmica	Comentarios	Página
34901A Multiplexor de 20 canales + 2 canales de corriente	Armadura a 2 hilos (seleccionable 4 hilos)	60	300 V	1 A	10 MHz	< 3 μ V	Unión fría de referencia incorporada con 2 canales de corriente adicionales (22 en total)	21
34902A Multiplexor de 16 canales	Lengüeta a 2 hilos (seleccionable 4 hilos)	250 ^[1]	300 V	50 mA	10 MHz	< 6 μ V	Unión fría de referencia incorporada	21
34903A Actuador/conm. para uso general de 20 canales	SPDT/Forma C	120	300 V	1 A	10 MHz	< 3 μ V		23
34904A Matriz 4 x 8	Armadura a 2 hilos	120	300 V	1 A	10 MHz	< 3 μ V		23
34905A Multiplexor de RF dual de 4 canales y 50 Ω	Común bajo (no terminado)	60	42 V	0,7 A	2 GHz	< 6 μ V	1 GHz de ancho de banda mediante un cable adaptador de BNC a SMB	24
34906A Multiplexor de RF dual de 4 canales y 75 Ω	Común bajo (no terminado)	60	42 V	0,7 A	2 GHz	< 6 μ V	1 GHz de ancho de banda mediante un cable adaptador de BNC a SMB	24
34907A Módulo multifunción	2 puertos I/O digitales de 8 bits		42 V	400 mA			Drenaje abierto	25
	Contador de eventos de 26 bits		42 V		100 KHz		Umbral de entrada seleccionable	
	2 salidas analógicas de 16 bits		± 12 V	10 mA	DC		Salida total máx. de 40 mA por unidad	
34908A Multiplexor single-ended de 40 canales	Armadura a un hilo (común bajo)	60	300 V	1 A	10 MHz	< 3 μ V	Unión fría de referencia incorporada Sin medidas a 4 hilos	21

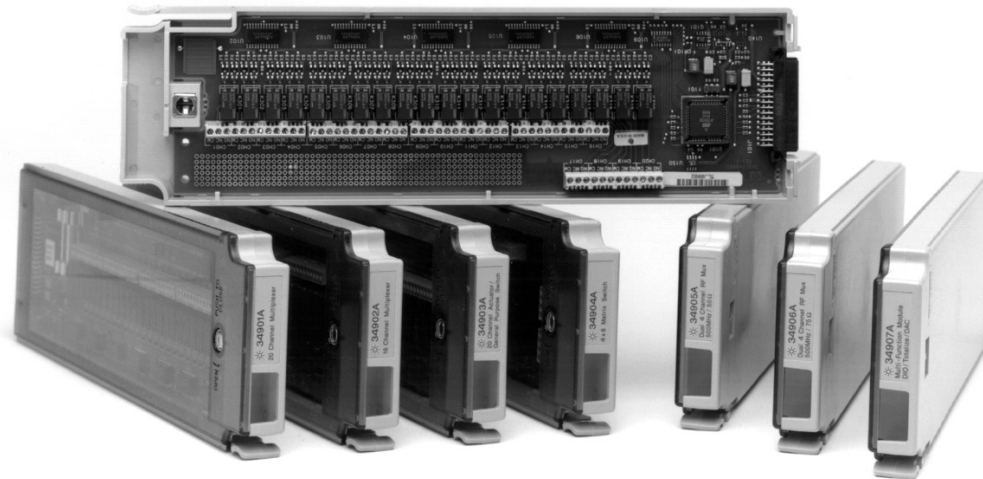
[1] Hasta 250 canales/s a la memoria interna. Consulte las velocidades de barrido para conocer las condiciones y velocidades de medida de cada instrumento.

Calidad Agilent

Sabemos que usted no puede permitirse tiempos de inactividad por fallos de hardware y mantenimiento no programado en el instrumento. Por eso, nuestros ingenieros diseñaron la 34970A/34972A con la fiabilidad en mente: una carcasa robusta, moderna construcción de montaje total en superficie, cantidad de piezas reducida y comprobación rigurosa y exhaustiva de todos los aspectos del producto.

Un mantenimiento de relés sin conjeturas

La 34970A/34972A utiliza nuestro sistema propio de mantenimiento de relés para ayudarle a predecir el fin del ciclo de vida de los relés y evitar costosos tiempos de inactividad en la línea de producción. Cuenta automáticamente cada cierre de conmutación individual y lo guarda en la memoria no volátil de cada módulo. Puede consultar el número total de ciclos en cada canal para poder programar el mantenimiento y evitar fallos erráticos por desgaste.



Guía de interpretación de especificaciones

En las siguientes páginas se enumeran las especificaciones técnicas de la unidad de adquisición de datos/conmutación 34970A/34972A de Agilent y sus módulos. Las explicaciones y ejemplos siguientes resultan útiles para saber interpretar estas especificaciones:

- La precisión de medida se especifica en forma de porcentaje de lectura más porcentaje de rango, donde la lectura será el valor de medida real y el rango será el nombre de la escala (1 V, 10 V, etc.), no el valor máximo en esa escala (1,2 V, 12 V, etc.).
- Las precisiones de medida del multímetro digital incluyen todos los errores de conmutación. Los errores de conmutación también se enumeran por separado en la sección de especificaciones de los módulos. Las precisiones de medida de temperatura incluyen errores de conversión ITS-90. Las precisiones de termopar incluyen también el error de unión de referencia.
- Las precisiones se enumeran en especificaciones a 24 horas, 90 días o un año. Esto se refiere al periodo de tiempo desde la última calibración del instrumento. Utilice la especificación que coincida con su ciclo de calibración. Las especificaciones de 24 horas resultan útiles para determinar el rendimiento relativo a corto plazo.

Ejemplo 1: precisión de DCV básica

Cálculo de la precisión de la siguiente medida:

9 V DC de entrada

10 V DC de rango

Especificaciones de precisión a un año

Temperatura de funcionamiento normal (18 a 28 °C)

En la página siguiente, la precisión a un año es: 0,0035 % de lectura + 0,0005 % de rango

Lo que se traduce en:

$(0,0035/100 \times 9 \text{ V}) +$

$(0,0005/100 \times 10 \text{ V}) = 365 \text{ } \mu\text{V}$

Para una precisión total de:

$365 \text{ } \mu\text{V} / 9 \text{ V} = 0,0041 \%$

Ejemplo 2: temperatura de funcionamiento extrema

Si la 34970A/34972A se utiliza fuera de su rango de temperatura de entre 18 y 28 °C, deben considerarse errores adicionales de variación de temperatura. Partiremos de las mismas condiciones del ejemplo 1, pero a una temperatura de funcionamiento de 35 °C.

Una vez más, la precisión básica es:

$0,0035 \%$ de lectura + $0,0005 \%$ de rango = $365 \text{ } \mu\text{V}$.

Ahora, multiplicamos el coeficiente de temperatura de 10 V

(en la página siguiente) por el número de grados fuera del rango operativo para añadir el error adicional:

$(0,0005 \%$ de lectura + $0,0001 \%$ de rango) / °C $\times (35 \text{ } ^\circ\text{C} - 28 \text{ } ^\circ\text{C}) =$

$(0,0005 \%$ de lectura + $0,0001 \%$ de rango) / °C $\times 7 \text{ } ^\circ\text{C} =$

$0,0035 \%$ de lectura + $0,0007 \%$ de rango = $385 \text{ } \mu\text{V}$

Así, el error total es:

$365 \text{ } \mu\text{V} + 385 \text{ } \mu\text{V} = 750 \text{ } \mu\text{V}$ o $0,008 \%$

Ejemplo 3: precisión de medida de termopar

Calcular el error de lectura de termopar total es fácil con la unidad 34970A/34972A: solo hay que añadir la precisión de medida de la lista a la precisión de su transductor. Los errores de conmutación, conversión y unión de referencia ya están incluidos en la especificación de medida.

Para este ejemplo, partiremos de la base de una lectura de entrada de termopar de tipo J de 150 °C.

En la página siguiente, el error total es:

Precisión de la sonda de termopar + 1,0 °C

El fabricante de la sonda especifica una precisión de 1,1 °C o 0,4 %, lo que sea mayor.

Así, el error total es:

$1,0 \text{ } ^\circ\text{C} + 1,1 \text{ } ^\circ\text{C} = \text{total de } 2,1 \text{ } ^\circ\text{C}$, o el $1,4 \%$

Ejemplo 4: precisión de ACV

La función de ACV mide el valor de RMS real de la forma de onda de entrada, independientemente de la forma de la onda. Las precisiones enumeradas presuponen una entrada de onda sinusoidal. Para ajustar las precisiones de ondas no sinusoidales, utilice el sumador de factor de cresta de la lista.

Para este ejemplo, asumiremos una entrada de ondas cuadradas de $\pm 1 \text{ V}$ con un ciclo de trabajo del 50 % y una frecuencia de 1 kHz.

La precisión para una senoide de 1 V y 1 kHz es:

$0,06 \%$ de lectura + $0,04 \%$ de rango

Una onda cuadrada de ciclo de trabajo del 50 % tiene un factor de cresta de

$\text{Valor pico} / \text{valor RMS} = 1 \text{ V} / 1 \text{ V} = 1$

Tomando como referencia la tabla de factores de cresta, añadimos:

$0,05 \%$ de lectura

La precisión total es:

$0,11 \%$ de lectura + $0,04 \%$ de rango = $1,5 \text{ mV}$ o $0,15 \%$

Especificaciones de precisión del 34970A/34972A ± (% de lectura + % de rango)^[1]

Incluye error de medida, error del conmutación y error de conversión del transductor

Rango ^[3]		Frecuencia, etc.	24 horas ^[2] 23 °C ±1 °C	90 días 23 °C ±5 °C	Un año 23 °C ±5 °C	Coeficiente de temperatura 0 °C–18 °C, 28 °C–55 °C		
Tensión DC								
	100,0000 mV		0,0030 + 0,0035	0,0040 + 0,0040	0,0050 + 0,0040	0,0005 + 0,0005		
	1,000000 V		0,0020 + 0,0006	0,0030 + 0,0007	0,0040 + 0,0007	0,0005 + 0,0001		
	10,00000 V		0,0015 + 0,0004	0,0020 + 0,0005	0,0035 + 0,0005	0,0005 + 0,0001		
	100,0000 V		0,0020 + 0,0006	0,0035 + 0,0006	0,0045 + 0,0006	0,0005 + 0,0001		
	300,000 V		0,0020 + 0,0020	0,0035 + 0,0030	0,0045 + 0,0030	0,0005 + 0,0003		
RMS reales de tensión AC ^[4]								
	Todos los rangos a partir de 100,0000 mV a 100,0000 V	3 Hz-5 Hz	1,00 + 0,03	1,00 + 0,04	1,00 + 0,04	0,100 + 0,004		
		5 Hz-10 Hz	0,35 + 0,03	0,35 + 0,04	0,35 + 0,04	0,035 + 0,004		
		10 Hz-20 kHz	0,04 + 0,03	0,05 + 0,04	0,06 + 0,04	0,005 + 0,004		
		20 kHz-50 kHz	0,10 + 0,05	0,11 + 0,05	0,12 + 0,05	0,011 + 0,005		
		50 kHz-100 kHz	0,55 + 0,08	0,60 + 0,08	0,60 + 0,08	0,060 + 0,008		
	300,0000 V	100 kHz–300 kHz ^[5]	4,00 + 0,50	4,00 + 0,50	4,00 + 0,50	0,20 + 0,02		
		3 Hz-5 Hz	1,00 + 0,05	1,00 + 0,08	1,00 + 0,08	0,100 + 0,008		
		5 Hz-10 Hz	0,35 + 0,05	0,35 + 0,08	0,35 + 0,08	0,035 + 0,008		
		10 Hz-20 kHz	0,04 + 0,05	0,05 + 0,08	0,06 + 0,08	0,005 + 0,008		
		20 kHz-50 kHz	0,10 + 0,10	0,11 + 0,12	0,12 + 0,12	0,011 + 0,012		
		50 kHz-100 kHz	0,55 + 0,20	0,60 + 0,20	0,60 + 0,20	0,060 + 0,020		
		100 kHz–300 kHz ^[5]	4,00 + 1,25	4,00 + 1,25	4,00 + 1,25	0,20 + 0,05		
		Resistencia ^[6]						
			100,0000 Ω	Fuente de corriente de 1 mA	0,0030 + 0,0035	0,008 + 0,004	0,010 + 0,004	0,0006 + 0,0005
			1,000000 kΩ	1 mA	0,0020 + 0,0006	0,008 + 0,001	0,010 + 0,001	0,0006 + 0,0001
10,00000 kΩ	100 μA		0,0020 + 0,0005	0,008 + 0,001	0,010 + 0,001	0,0006 + 0,0001		
100,0000 kΩ	10 μA		0,0020 + 0,0005	0,008 + 0,001	0,010 + 0,001	0,0006 + 0,0001		
1,000000 MΩ	5,0 μA		0,002 + 0,001	0,008 + 0,001	0,010 + 0,001	0,0010 + 0,0002		
10,00000 MΩ	500 nA		0,015 + 0,001	0,020 + 0,001	0,040 + 0,001	0,0030 + 0,0004		
100,0000 MΩ	500 nA 10 MΩ		0,300 + 0,010	0,800 + 0,010	0,800 + 0,010	0,1500 + 0,0002		
Frecuencia y periodo ^[7]								
	100 mV	3 Hz-5 Hz	0,10	0,10	0,10	0,005		
	a 300 V	5 Hz-10 Hz	0,05	0,05	0,05	0,005		
		10 Hz-40 Hz	0,03	0,03	0,03	0,001		
		40 Hz-300 kHz	0,006	0,01	0,01	0,001		
Corriente DC (solo 34901A)								
	10,00000 mA	< 0,1 V de carga	0,005 + 0,010	0,030 + 0,020	0,050 + 0,020	0,002 + 0,0020		
	100,0000 mA	< 0,6 V	0,010 + 0,004	0,030 + 0,005	0,050 + 0,005	0,002 + 0,0005		
	1,000000 A	< 2 V	0,050 + 0,006	0,080 + 0,010	0,100 + 0,010	0,005 + 0,0010		
RMS reales de corriente AC (solo 34901A)								
	10,00000 mA y ^[4] 1,000000 A	3 Hz-5 Hz	1,00 + 0,04	1,00 + 0,04	1,00 + 0,04	0,100 + 0,006		
		5 Hz-10 Hz	0,30 + 0,04	0,30 + 0,04	0,30 + 0,04	0,035 + 0,006		
		10 Hz-5 kHz	0,10 + 0,04	0,10 + 0,04	0,10 + 0,04	0,015 + 0,006		
	100,0000 mA ^[8]	3 Hz-5 Hz	1,00 + 0,5	1,00 + 0,5	1,00 + 0,5	0,100 + 0,06		
		5 Hz-10 Hz	0,30 + 0,5	0,30 + 0,5	0,30 + 0,5	0,035 + 0,06		
		10 Hz-5 kHz	0,10 + 0,5	0,10 + 0,5	0,10 + 0,5	0,015 + 0,06		
Temperatura								
Termopar ^[10]	Tipo	Precisión a un año ^[9]	Precisión a un año de rango ampliado ^[9]			Coeficiente de temperatura/°C		
	B	De 1 100 °C a 1 820 °C	1,2 °C	De 400 °C a 1 100 °C	1,8 °C	0,03 °C		
	E	De -150 °C a 1 000 °C	1,0 °C	De -200 °C a -150 °C	1,5 °C			
	J	De -150 °C a 1 200 °C	1,0 °C	De -210 °C a -150 °C	1,2 °C			
	K	De -100 °C a 1 200 °C	1,0 °C	De -200 °C a -100 °C	1,5 °C			
	N	De -100 °C a 1 300 °C	1,0 °C	De -200 °C a -100 °C	1,5 °C			
	R	De 300 °C a 1 760 °C	1,2 °C	De -50 °C a 300 °C	1,8 °C			
	S	De 400 °C a 1 760 °C	1,2 °C	De -50 °C a 400 °C	1,8 °C			
	T	De -100 °C a 400 °C	1,0 °C	De -200 °C a -100 °C	1,5 °C			
RTD	R ₀ de 49 Ω a 2,1 kΩ	De -200 °C a 600 °C	0,06 °C			0,003 °C		
Termistor	2,2 k, 5 k, 10 k	De -80 °C a 150 °C	0,08 °C			0,002 °C		

[1] Especificaciones para una hora de calentamiento y 6½ dígitos, filtro de AC lento

[2] Con relación a los estándares de calibración

[3] 20 % por encima del rango en todos los rangos salvo 300 VDC y rangos AC, y 1 ADC y rangos de corriente AC

[4] Para una entrada de onda sinusoidal > 5 % del rango. Para entradas del 1 % a 5 % del rango y de < 50 kHz, añádase un 0,1 % de error adicional de rango

[5] Normalmente, 30 % de error de lectura a 1 MHz, limitado a 1 x 10⁵ V Hz

[6] Especificaciones para función de resistencia a 4 hilos o resistencia a 2 hilos usando escalado para eliminar el offset. Sin escalado, añádase un error adicional de 4 Ω en la función de resistencia a 2 hilos

[7] Entrada > 100 mV. Para entradas de 10 mV a 100 mV, multiplíquese el % de error de lectura x 10

[8] Especificado solo para entradas >10 mA

[9] Para la precisión de medida total, añádase el error de la sonda de temperatura

[10] Especificaciones de termopar no garantizadas si está presente el módulo 34970A

Características de medida ^[7]

Tensión DC

Método de medida	Integración continua Convertidor A/D Multi-slope III
Linealidad A/D	0,0002 % de lectura + 0,0001 % de rango
Resistencia de entrada	
Rangos de 100 mV, 1 V, 10 V	A elegir, 10 MΩ o > 10 000 MΩ
Rangos de 100 V, 300 V	10 MΩ ±1 %
Corriente de polarización de entrada	< 30 pA a 25 °C
Protección de entrada	300 V en todos los rangos

RMS reales de tensión AC

Método de medida	RMS reales con acoplamiento AC: mide el componente de AC de la entrada con un máximo de 300 VDC de polarización en cualquier rango	
Factor cresta	Máximo de 5:1 a escala completa	
Errores de factor cresta adicionales (onda no sinusoidal)	Factor cresta 1-2	0,05 % de lectura
	Factor cresta 2-3	0,15 % de lectura
	Factor cresta 3-4	0,30 % de lectura
	Factor cresta 4-5	0,40 % de lectura
	Factor cresta 5-6	0,50 % de lectura
Impedancia de entrada	1 MΩ ±2 % en paralelo con 150 pF	
Protección de entrada	300 Vrms en todos los rangos	

Resistencia

Método de medida	Resistencia a 2 o 4 hilos a elegir
	Fuente de corriente referenciada a la entrada LO
Compensación de offset	En rangos de 100 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ a elegir
Resistencia máx. del cableado	10 % del rango por hilo para rangos de 100 Ω y 1 kΩ. 1 kΩ en el resto de rangos
Protección de entrada	300 V en todos los rangos

Frecuencia y periodo

Método de medida	Sistema de cálculo recíproco
Rangos de tensión	Igual que la función de tensión AC
Intervalo de puerta	1 s, 100 ms o 10 ms
Timeout de medida	Límite LF de 3 Hz, 20 Hz, 200 Hz a elegir

Corriente DC

Resistencia de shunt	5 Ω para 10 mA, 100 mA; 0,1 Ω para 1 A
Protección de entrada	Fusible de 1 A 250 V en el módulo 34901A

RMS reales de corriente AC

Método de medida	Acoplamiento directo al fusible y la resistencia de shunt. Medida de RMS reales con acoplamiento AC (mide solo los componentes AC)
Resistencia de shunt	5 Ω para 10 mA; 0,1 Ω para 100 mA, 1 A
Protección de entrada	Fusible de 1 A 250 V en el módulo 34901A

Termopar

Conversión	Compensación de software ITS-90
Tipo de unión de referencia	Interna, fija o externa
Comprobación de termopar abierto	Seleccionable por canal. Abierto > 5 kΩ

Termistor

	Series 44004, 44007, 44006
--	----------------------------

RTD

	α = 0,00385 (DIN) y α = 0,00391
--	---------------------------------

Rechazo del ruido de medida de 60 (50) Hz ^[1]

Rechazo en modo común (CMRR) de DC	140 dB
Rechazo en modo común (CMRR) de AC	70 dB
Tiempo de integración	Rechazo en modo normal ^[2]
200 plc/3,33 s (4 s)	110 dB ^[3]
100 plc/1,67 s (2 s)	105 dB ^[3]
20 plc/333 ms (400 ms)	100 dB ^[3]
10 plc/167 ms (200 ms)	95 dB ^[3]
2 plc/33,3 ms (40 ms)	90 dB
1 plc/16,7 ms (20 ms)	60 dB
< 1 plc	0 dB

Características de funcionamiento ^[4]

Velocidades de medida de un canal ^[5]

Función	Resolución ^[6]	34970A/34972A lecturas/s
DCV, resistencia	6½ dígitos (10 plc)	6 (5)
a 2 hilos	5½ dígitos (1 plc)	54 (47)
	4½ dígitos (0,02 plc)	500
Termopar	0,01 °C (10 plc)	6 (5)
	0,1 °C (1 plc)	52 (47)
	(0,02 plc)	280
RTD, termistor	0,01 °C (10 plc)	6 (5)
	0,1 °C (1 plc)	49 (47)
	1 °C (0,02 plc)	200
ACV	6½ lento (3 Hz)	0,14
	6½ medio (20 Hz)	1
	6½ rápido (200 Hz)	8
	6½ ^[6]	100
Frecuencia, periodo	6½ dígitos (1 s puerta)	1
	5½ dígitos (100 ms)	9
	4½ dígitos (10 ms)	70

[1] Para 1 kΩ no balanceado en el cable del LO

[2] Para frecuencia de línea de alimentación ±0,1 %

[3] Para frecuencia de línea de alimentación ±1 %, utilícese 80 dB o ±3 %, utilícese 60 dB

[4] Velocidades de lectura para funcionamiento a 60 Hz y (50 Hz)

[5] Para función fija y rango, lecturas en memoria, escala y alarmas desactivadas, AZERO desactivado, registro de datos USB desactivado

[6] Límite máximo con ajustes de retardos predeterminados de estabilización anulados

[7] Tensión de aislamiento (entre canales, canal-tierra) 300 VDC, RMS AC

[8] 6½ dígitos = 22 bits, 5½ dígitos = 18 bits, 4½ dígitos = 15 bits

Velocidades de lectura de un canal a interfaz I/O o memoria interna

	34970A		34972A
	a memoria lecturas/s	a GPIB o RS-232 lecturas/s	a LAN, USB o memoria lecturas/s
Lecturas ASCII de un canal	500	440	500
Un canal con escala cambiante (p. ej., MEAS dcV 10/MEAS dcV 1)	25	25	25
Un canal con función cambiante (p. ej., MEAS dcV/MEAS Ohms)	12	12	12

Velocidades de medida de barrido a interfaz I/O o memoria interna

	34970A		34972A
	a memoria canales/s	a GPIB o RS-232 canales/s	a LAN, USB o memoria canales/s
Barrido de canales DCV o resistencia			
34901A/34908A	60	60	60
34902A	250	210	240
34902A en y desde la memoria (con INIT, FETCh)	—	180	240
34902A con información temporal (con MEAS)	—	150	240
34902A con escala y alarmas	220	190	220
34902A DCV y resistencia en canales alternos	80	80	80
Barrido de canales ACV ⁽²⁾			
34901A/34908A	50	50	50
34902A	100	90	100
Temperatura de barrido: canales de TC o termistor			
34901A/34908A	50	50	50
34902A	160	150	150
Barrido de canales de totalizador/entrada digital			
34907A Entrada digital	275	250	275
34907A Totalizador	240	210	240

Salida de datos de memoria ⁽³⁾⁽⁴⁾

(FETCh de 50 000 lecturas)

	34970A		34972A	
Un canal ^{[1][2]}	Sobre GPIB lecturas/s	Sobre RS-232 lecturas/s	Sobre USB lecturas/s	Sobre LAN o memoria lecturas/s
Lecturas	800	600	55 K	120 K
Lecturas con información temporal	450	320	35 K	60 K
Lecturas con todas las opciones de formato ACTIVADAS	310	230	25 K	50 K

[1] Velocidades para 4½ dígitos, retardo 0, display desactivado, registro de datos USB desactivado, puesta a cero automática desactivada, a menos que se indique lo contrario. Para obtener el mejor rendimiento de I/O, utilícese el comando MEAS. RS-232 a 115 Kbaudios.

[2] Máximo, con retardos predeterminados rechazados.

[3] Se asume un formato de tiempo relativo (tiempo desde el inicio del barrido).

[4] Velocidades típicas asumiendo un PC con poca carga y tráfico adicional limitado en las I/O. Velocidades de LAN asumiendo el uso de conexión enchufable; VXI11 será inferior.

[5] Para función fija y rango, lecturas en memoria, escala/alarmas/puesta a cero desactivadas.

Especificaciones del sistema

Entradas de barrido	
Análogicas	Canales de multiplexores 34901A, 34902A y 34908A
Digitales	34907A: Entradas digitales y totalización
Lista de barrido	Explora canales en orden ascendente
Disparo de barrido	
Fuente	Intervalo, externa, pulsación de botón, software o alarma de canal en monitor
Recuento de barrido	De 1 a 50 000 o continuo
Intervalo de barrido	De 0 a 99 horas; pasos de 1 ms
Retardo de canal	De 0 a 60 segundos por canal, pasos de 1 ms
Retardo de disparo externo	< 300 μ s. Con monitor activado < 200 ms
Jitter de disparo externo	< 2 ms
Alarmas	
Entradas analógicas	Hi, Lo, o Hi + Lo evaluadas en cada barrido
Entradas digitales	Adaptación a máscara patrón o cambio de estado en entradas digitales del 34907A
	Totalización en 34907A: límite alto sólo
Canal de monitorización	Alarma evaluada en cada lectura
Salidas de alarma	4 compatibles con TTL
	Lógica TTL Hi o Lo a elegir en caso de fallo
Latencia	5 ms (típica)
Memoria	
Batería	34970A, 4 años de duración típica ^[1] , 34972A Batería sustituible por el usuario
	Sustitución recomendada una vez al año durante CAL
Lecturas	50 000 lecturas internas con información temporal
	Legibles durante el barrido
Estados	Cinco estados de instrumento con etiqueta de usuario
Cola de alarmas	Hasta 20 eventos con número de canal, lectura e información temporal
Unidad USB Flash	Soporte para formatos FAT o FAT 32
Características del sistema	
Funciones matemáticas por canal	Escalado Mx + B individual y mín./máx./promedio calculados en tiempo real
Recuperación en caso de fallo de alimentación	Reanudación automática del barrido
Mantenimiento de relés	Recuento de cada cierre de relé y almacenamiento en módulo, reiniciable por el usuario
Reloj de tiempo real	Respaldo por batería, 4 años de duración típica ^[1]
Especificaciones generales	
Fuente de alimentación	100 V/120 V/220 V/240 V \pm 10 %
Frecuencia de línea de alimentación	45 Hz a 66 Hz con detección automática
Consumo de energía	12 W (25 VA pico)
Temperatura de funcionamiento	Precisión completa de 0 a 55 °C
	Precisión completa con 80 % de humedad relativa a 40 °C
Temperatura de almacenamiento	De -40 a 70 °C ^[1]
Peso	Neto: 3,6 kg
Seguridad	Conformidad con CSA, UL-1244, IEC 1010 Cat. I
RFI y ESD	CISPR 11, IEC 801/2/3/4

[1] El almacenamiento a temperaturas superiores a 40 °C reducirá la duración de la batería

[2] Software suministrado en CD-ROM

[3] La interfaz y el driver se deben adquirir e instalar por separado

[4] Requiere la biblioteca de comandos VISA para IEEE-488

Software

Agilent 34825A BenchLink Data Logger 3

(incluido con el multímetro digital opcional)

Requisitos del sistema ^[2]

Sistema operativo	Windows Vista®, XP SP2, 2000 SP4 (sin soporte para ediciones Home), Adobe® Acrobat® Reader V5.0 o superior (para ver la documentación)
	Microsoft Internet Explorer V6.0 o superior (necesario si se utiliza Windows NT)
Controlador	Pentium® 4 a 800 MHz o superior recomendado, mín. Pentium III a 500 MHz
RAM	256 MB o superior recomendada, mín. 128 MB
Espacio en disco	200 MB recomendados, mín. 100 MB
Pantalla	Resolución de 1 024 x 768 recomendada, 256 colores

Interfaces de ordenador ^[3]

34970A	
GPIB	Agilent y National Instruments PCI-GPIB
RS-232 (puerto serie)	PC COM 1-4
34972A	
LAN	10/100/1000 BaseT
USB	USB 2.0

Características del Agilent BenchLink

Configuración	Página de configuración de canal similar a una hoja de cálculo
	Carga y descarga de configuraciones de instrumento
	Canales calculados con \pm %, dB, dBm, dBV, \sqrt{x} , y completo, galga extensiométrica de ½, o ¼ de puente
Pantallas gráficas	Visualización de datos en tiempo real e históricos
	Agregar, eliminar, tamaño y configuración en tiempo real
	Gráfico de banda continua con marcadores e indicación de alarma, gráficos de barras y dispersión, histogramas con estadísticas, medidor de barras y tabla de datos
Controles gráficos	Controles deslizantes, conmutadores, botones y luces LED
Comprobación de límite/alarma	Inicio/parada de barrido según la condición de alarma
	Control del estado de relé del 34903A o salida digital del 34907A cuando se da la alarma
Datos	Transmitidos (almacenados) en tiempo real a disco
	Exportación automática de datos y configuraciones
	Copia de datos o gráficos en el portapapeles de Windows
	Exportación de los datos seleccionados en formatos .CSV, .XML o .TXT
Registro de eventos	Entrada automática de alarmas y errores

Soporte de drivers de instrumentos para lenguajes de programación

Drivers IVI-C o IVI-COM	Compatible con Windows 7, Vista SP1, XP SP2 (32 bits) IO Libraries 14.1 o superiores
	Compatible con Agilent VEE, Visual Basic, C/C#, Visual Studio, National Instruments LabWindows CVI y LabVIEW
Driver para LabVIEW (VI) driver	LabVIEW 7.0 o superior
	800 MHz o superior recomendado, mínimo 600 MHz.

Especificaciones de los módulos

Las especificaciones de precisión de la unidad 34970A/34972A de Agilent ya incluyen los errores de unión de referencia y offset de conmutación que aparecen más abajo. Estos errores se enumeran por separado para determinar el error del sistema con dispositivos de medida externos.

Es posible insertar un máximo de 3 módulos, en cualquier combinación, en un único mainframe. Las conexiones del

multímetro digital interno de la unidad 34970A/34972A solo están accesibles a través de los multiplexores de baja frecuencia 34901A, 34902A y 34908A.

Los terminales atornillados del módulo aceptan tamaños de cable de calibre 16 a 22. Se recomienda el cable de calibre 20 para aplicaciones con un alto número de canales. Los multiplexores de RF 34905A y 34906A utilizan conectores SMB. Con cada módulo de RF se suministra un juego estándar de (10) cables adaptadores de BNC a SMB para facilitar las conexiones BNC.

		Multiplexor			Actuador	Matriz	Multiplexor de RF		Multifunción
		34901A	34902A ^[1]	34908A	34903A	34904A	34905A	34906A	34907A
General									
Número de canales		20 + 2 2/4 hilos	16 2/4 hilos	40 1 hilo	20 SPDT	4 x 8 2 hilos	Dual 1 x 4 50 Ω 75 Ω		Para conocer las especificaciones del módulo, consulte la página 25
Se conecta al multímetro digital interno		●	●	●					
Velocidad de barrido		60 canales/s	250 canales/s ^[1]	60 canales/s					
Velocidad de apertura/cierre		120/s	120/s	70/s	120/s	120/s	60/s		
Entrada									
Tensión (DC, RMS AC) ^[2]		300 V	300 V	300 V	300 V	300 V	42 V		
Corriente (DC, RMS AC)		1 A	50 mA	1 A	1 A	1 A	0,7 A		
Potencia (W, VA)		50 W	2 W	50 W	50 W	50 W	20 W		
Características de DC									
Tensión de offset ^[3]		< 3 uV	< 6 uV	< 3 uV	< 3 uV	< 3 uV	< 6 uV		
Canal R inicialmente cerrado ^[3]		< 1 Ω	< 1 Ω	< 1 Ω	< 0,2 Ω	< 1 Ω	< 0,5 Ω		
Aislamiento entre canales, canal-tierra		> 10 GΩ	> 10 GΩ	> 10 GΩ	> 10 GΩ	> 10 GΩ	> 1 GΩ		
Características de AC									
Ancho de banda ^[4]		10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	2 GHz ^[5]	2 GHz ^[5]	
Pérdidas de inserción (dB)	10 MHz	—	—	—	—	—	-0,1	-0,1	
	100 MHz	—	—	—	—	—	-0,4	-0,4	
	500 MHz	—	—	—	—	—	-0,6	-0,5	
	1 GHz	—	—	—	—	—	-1	-1	
	1,5 GHz	—	—	—	—	—	-1,2	-1,5	
	2 GHz	—	—	—	—	—	-3	-2	
ROE	0-9,99 MHz	—	—	—	—	—	1,02	1,02	
	10-99,99 MHz	—	—	—	—	—	1,05	1,05	
	100-499,99 MHz	—	—	—	—	—	1,20	1,25	
	500-999,99 MHz	—	—	—	—	—	1,20	1,40	
	1-1,499 GHz	—	—	—	—	—	1,30	1,40	
	1,5-2 GHz	—	—	—	—	—	1,40	2,00	
Crosstalk entre canales (dB) ^[4]	10 MHz	-45	-45	-18 ^[6]	-45	-33	-100	-85	
	100 MHz	—	—	—	—	—	-85	-75	
	500 MHz	—	—	—	—	—	-65	-65	
	1 GHz	—	—	—	—	—	-55	-50	
	1,5 GHz	—	—	—	—	—	-45	-40	
	2 GHz	—	—	—	—	—	-35	-35	
Tiempo de subida								< 300 ps	
Retardo de señal								< 3 ns	
Capacitancia	HI - LO	< 50 pF	< 50 pF	< 50 pF	< 10 pF	< 50 pF	< 20 pF		
	LO - Tierra	< 80 pF	< 80 pF	< 80 pF	< 80 pF	< 80 pF	—		
Límite voltio-hertzio		10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸	10 ¹⁰		
Otros									
Precisión de unión fría de termopar ^[3]		(típica)	0,8 °C	0,8 °C	0,8 °C ^[8]				
Duración de conmutador	Sin carga (típica)	100 M	100 M	100 M	100 M	100 M	5 M	5 M	
	Carga nominal (típica) ^[7]	100 k	100 k	100 k	100 k	100 k	100 k	100 k	
Temperatura	De funcionamiento	Todas las tarjetas — De 0 a 55 °C							
	De almacenamiento	Todas las tarjetas — De -20 a 70 °C							
Humedad	(sin condensación)	Todas las tarjetas — 40 °C al 80 % de humedad relativa							

[1] No recomendado para la conexión a una línea AC sin supresión de transitorios externa. Hasta 250 canales/s a la memoria interna. Consulte las velocidades de barrido para conocer las condiciones y velocidades de medida de cada instrumento.
[2] Entre canales o canal a tierra

[3] Errores incluidos en las especificaciones de precisión de medida del multímetro digital
[4] Fuente de 50 Ω, carga de 50 Ω
[5] Especificación de ancho de banda directo a conectores SMB en tarjeta de multiplexor de RF
[6] El aislamiento en los canales 1 a 20 o bancos 21 a 40 es de -40 dB
[7] Se aplica únicamente a cargas resistivas
[8] Medidas de termopar no recomendadas con el módulo 34908A debido a la configuración Común bajo

Guía de selección de multiplexores

Elija entre la amplia funcionalidad del 34901A, la alta velocidad de barrido del 34902A o la densidad tipo single-ended del 34908A. Estos 3 módulos son la única forma de conexión al multímetro digital interno de la unidad 34970A/34972A. También pueden utilizarse para barridos con instrumentos externos.

Todos los módulos de multiplexor abren los relés antes de comenzar un barrido, para así garantizar que solo haya un canal (o par de canales) cerrado cada vez. Los módulos 34901A y 34902A admiten múltiples cierres de canal si no están configurados para el barrido.

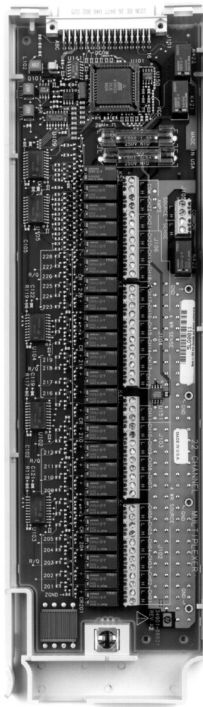
El 34908A no admite múltiples cierres de canal en ningún momento.

34901A
Multiplexor para uso general de 20 canales

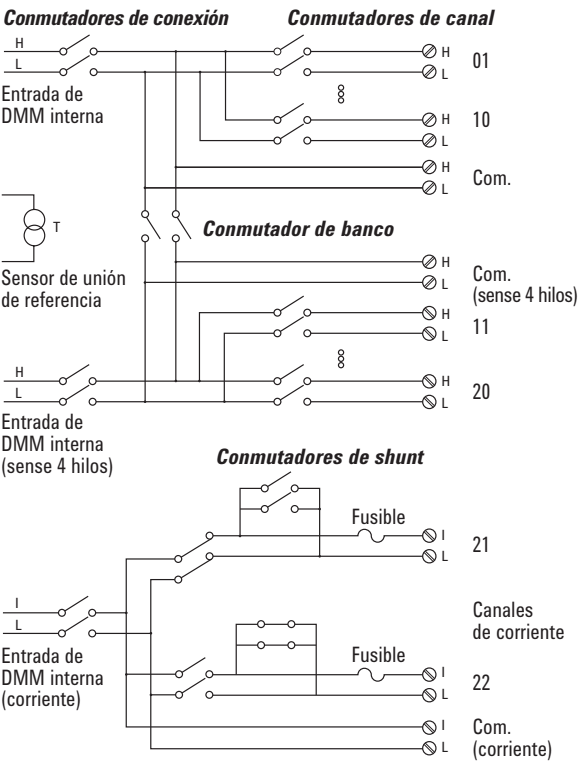
- Barrido de 60 canales/s
- Barrido a 2 y 4 hilos
- Unión de referencia de termopar incorporada
- Conmutación de 300 V

El multiplexor 34901A de Agilent es el aparato más versátil para barridos generales. Combina una densa conmutación multifunción con velocidades de barrido de 60 canales/segundo para responder a una amplia gama de aplicaciones de adquisición de datos.

En el mismo módulo pueden mezclarse canales a 2 y 4 hilos. Dos entradas con fusible adicionales (22 canales en total) enrutan hasta 1 A de corriente hacia el multímetro digital interno, permitiendo corrientes AC y DC sin tener que usar resistencias shunt externas.



	34901A	34902A	34908A
Número de canales	20 + 2	16	40
Velocidad de barrido máx.	60 canales/s	250 canales/s	60 canales/s
Número de contactos	2 o 4	2 o 4	1
Temperatura			
Termopar	•	•	•
RTD a 2 hilos	•	•	•
RTD a 4 hilos	•	•	
Termistor	•	•	•
Tensión DC	•	•	•
Tensión AC	•	•	•
Resistencia a 2 hilos	•	•	•
Resistencia a 4 hilos	•	•	
Frecuencia	•	•	•
Periodo	•	•	•
Corriente DC	•		
Corriente AC	•		



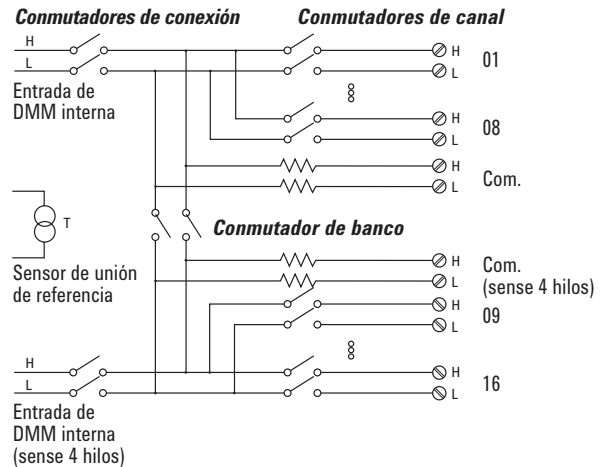
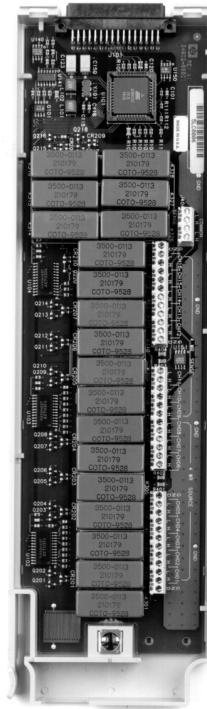
34902A

Multiplexor de alta velocidad de 16 canales

- Barrido de hasta 250 canales/s
- Barrido a 2 y 4 hilos
- Unión de referencia de termopar incorporada

El 34902A de Agilent utiliza relés de láminas para conseguir velocidades de barrido de hasta 250 canales por segundo. Utilice este módulo para aplicaciones de prueba automatizadas de alto rendimiento, así como para registro de datos de alta velocidad y tareas de monitorización.

16 entradas a 2 hilos se conmutan hasta 300 V. Los canales a 2 y 4 hilos se pueden mezclar en el mismo módulo. Para medir corrientes se necesitan resistencias shunt suministradas por el usuario.



Nota: No recomendado para la conexión a una línea AC sin supresión de transitorios externa.

34908A

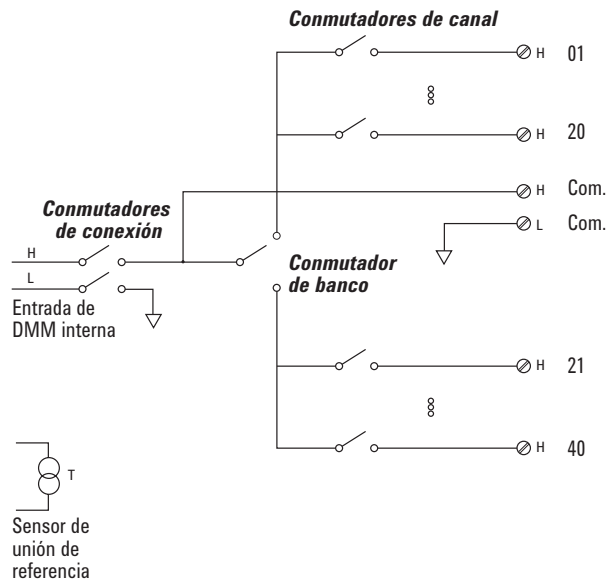
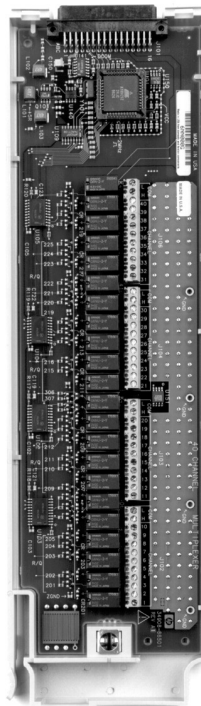
Multiplexor single-ended de 40 canales

Barrido de 60 canales/s

- Conmutación de un solo hilo para aplicaciones de común bajo
- Unión de referencia de termopar incorporada

Utilice el 34908A de Agilent para obtener la mayor densidad en aplicaciones de común bajo, como pruebas de batería, caracterización de componentes y pruebas para banco de trabajo.

Cada módulo conmuta 40 entradas de un hilo. Se admiten todas las medidas internas a 2 hilos, excepto la de corriente. La conexión baja del módulo está aislada de tierra y puede flotar hasta 300 V.



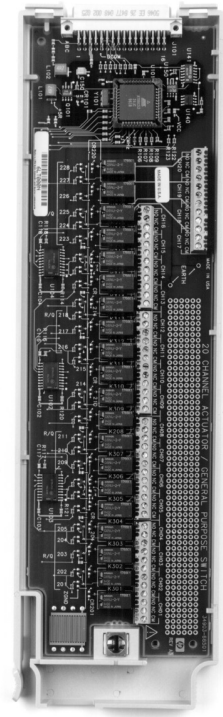
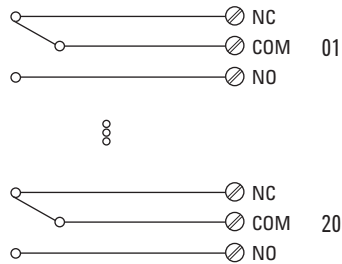
Nota: Los termopares deben estar aislados eléctricamente entre sí para evitar bucles de corriente y los correspondientes errores de medida.

34903A

Actuador/conmutador para uso general de 20 canales

- Relés de enganche SPDT (forma C)
- 300 V, actuación y control de 1 A

Este módulo de conmutación para uso general tiene 20 relés independientes monopolares y de doble puerto (SPDT). Utilícelo para realizar ciclos de alimentación en los dispositivos sometidos a prueba (DUT), indicadores de control y luces de estado, y para actuar relés de potencia externos y solenoides. Combínelo con módulos matriciales y multiplexores para construir sistemas de conmutación personalizados. Sus contactos de 300 V y 1 A pueden gestionar hasta 50 W, lo suficiente para muchas aplicaciones de conmutación de líneas de alimentación.



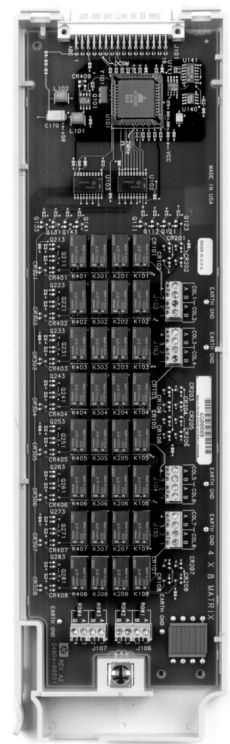
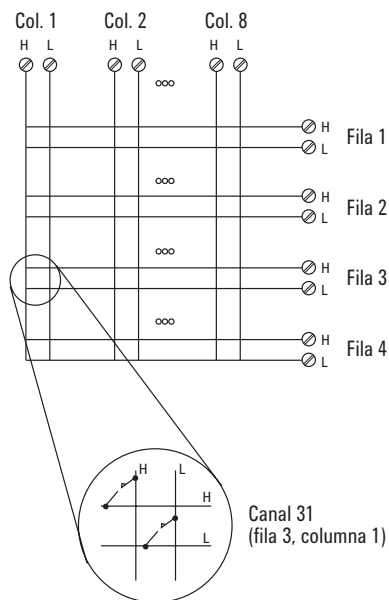
34904A

Conmutador matricial 4x8 a 2 hilos

- 32 puntos de cruce a 2 hilos
- Conmutación de 300 V y 1 A

El módulo 34904A de Agilent ofrece la ruta de conexión más flexible entre el DUT y el equipo de pruebas, permitiendo conectar distintos instrumentos en múltiples puntos del DUT al mismo tiempo.

Es posible conectar filas o columnas entre distintos módulos para formar matrices de 8x8, 4x16 o aún mayores, con un máximo de 96 puntos de cruce en una única trama.



34905A 50 Ω

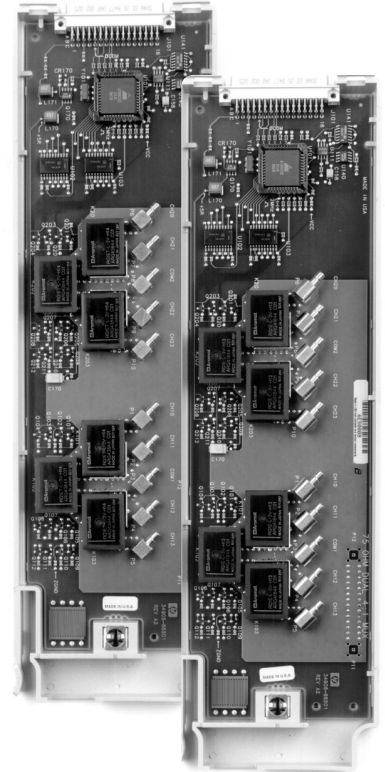
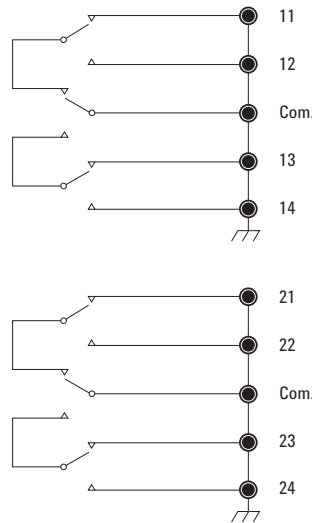
34906A 75 Ω

Multiplexores de RF de 4 canales dobles

- Ancho de banda de 2 GHz
- Cables adaptadores de BNC a SMB incluidos

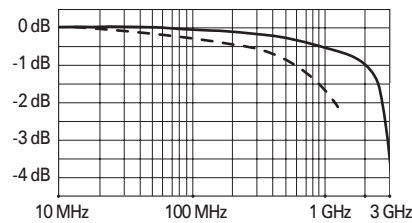
Los multiplexores de RF 34905A y 34906A de Agilent ofrecen capacidades de conmutación de banda ancha para señales pulsadas y de alta frecuencia. Utilícelos para enrutar señales de prueba entre el DUT y el generador de señales, osciloscopio, analizador de espectro u otro instrumento.

Los multiplexores de RF se organizan en forma de 2 multiplexores 1x4 independientes, cada uno con una protección común y un conductor central conmutado. Las conexiones se pueden realizar directamente a las entradas SMB con ancho de banda útil de 2 GHz o a los adaptadores de BNC a SMB suministrados con un ancho de banda de 1 GHz. Para aplicaciones que necesiten topologías aún mayores, es posible agrupar múltiples bancos en cascada, creando un multiplexor 16:1 en una sola unidad.

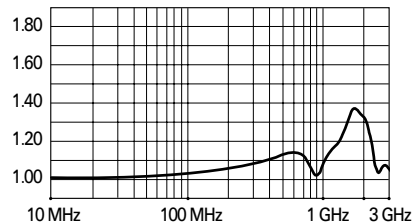


Gráficos de rendimiento AC típicos de un multiplexor de 50 Ω

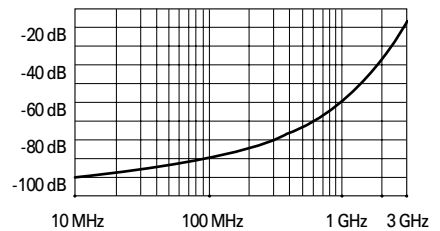
Pérdidas de inserción



ROE

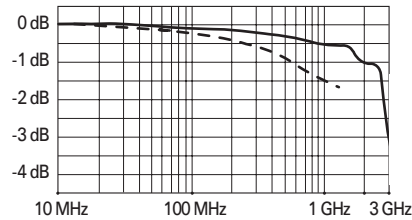


Crosstalk

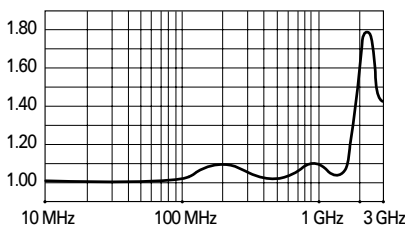


Gráficos de rendimiento AC típicos de un multiplexor de 75 Ω

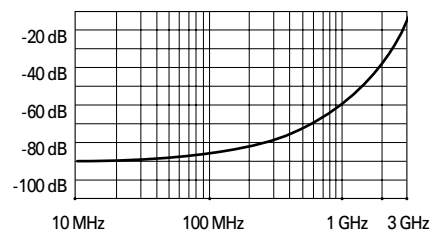
Pérdidas de inserción



ROE



Crosstalk



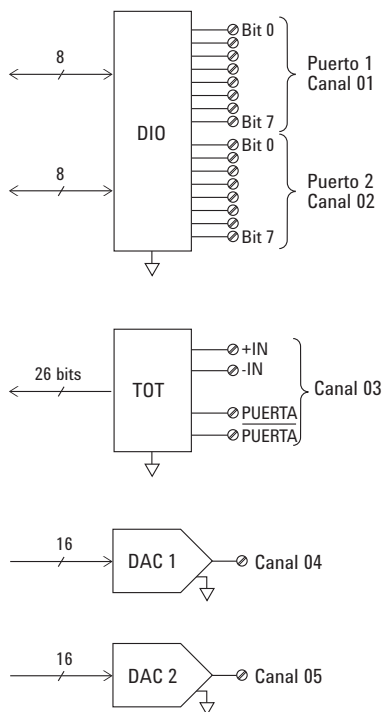
- Directamente a la tarjeta
- - - Usando los cables adaptadores suministrados

34907A

Módulo multifunción

- 16 bits de entrada y salida digital
- Entrada de totalizador de 100 kHz
- Dos salidas analógicas de ± 12 V

El módulo 34907A de Agilent admite una gran flexibilidad para diversas aplicaciones de detección y control. Combina 2 puertos de 8 bits de entrada y salida digitales, un totalizador controlado de 100 kHz y 2 salidas analógicas de ± 12 V, todo ello en un único módulo con referencia a tierra. Las entradas digitales y la entrada de totalizador pueden incluirse en un barrido. Los límites de alarma de las entradas digitales y del contador de eventos se evalúan de forma continua, capturando y registrando las condiciones de alarma incluso entre barridos.



Entrada/salida digital

Utilice las salidas digitales con una fuente de alimentación externa para controlar atenuadores y conmutadores de microondas, solenoides, relés de potencia, indicadores y mucho más. Utilice las entradas digitales para detectar la conmutación de límite y el estado de bus digital. No hay complejos modos de handshake; las lecturas y escrituras se inician desde el panel frontal o el bus.

Puerto 1, 2	8 bits, entrada o salida, sin aislamiento
Vin(L)	< 0,8 V (TTL)
Vin(H)	> 2,0 V (TTL)
Vout(L)	< 0,8 V @ Iout = -400 mA
Vout(H)	> 2,4 V @ Iout = 1 mA
Vin(H) máx	< 42 V con polarización de drenaje abierto externa
Alarma	Adaptación a máscara patrón o cambio de estado
Velocidad	4 ms (máx.) de muestreo de alarma
Latencia	5 ms (típica) para salida de alarma de 34907A
Velocidad de lectura/escritura	95/s

Entrada de totalización

Recuento de eventos desde dispositivos como fotointerruptores, conmutadores de límite y sensores de efecto Hall.

Mantiene un total actualizado que se puede leer a través del panel frontal o de forma programática en cualquier momento. Con 26 bits de resolución, puede contar eventos a toda velocidad durante casi 11 minutos sin desbordamiento.

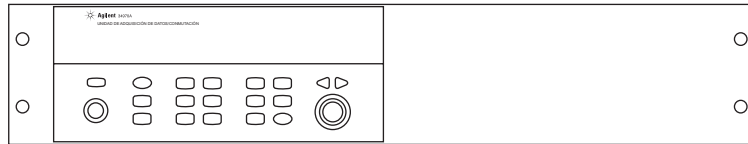
Recuento máx.	$2^{26} - 1$
Entrada de totalización	Flanco creciente o de bajada de 100 kHz (máx.), programable
Nivel de señal	1 Vp-p (mín.) 42 Vpk (máx.)
Umbral	0 V o TTL, jumper a elegir
Entrada de puerta	TTL-Hi, TTL-Lo, o ninguna
Reinicio de recuento	Manual o lectura + reinicio
Velocidad de lectura	85/s

Salida analógica

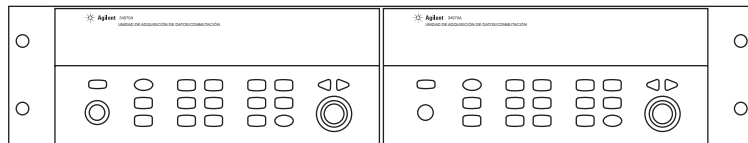
Utilice las 2 salidas analógicas calibradas electrónicamente como fuente de tensiones de polarización en el DUT, para controlar las fuentes de alimentación analógicas programables o utilice las salidas como puntos de referencia para los sistemas de control. Las salidas se programan directamente en voltios, ya sea desde el panel frontal o desde el bus.

DAC 1, 2	± 12 V, sin aislamiento
Resolución	1 mV
IOUT	10 mA máx.
Tiempo de estabilización	1 ms para 0,01 % de salida
Precisión	\pm (% de salida + mV)
1 año ± 5 °C	0,25 % + 20 mV
Coefficiente de temperatura	\pm (0,015 % + 1 mV)/°C

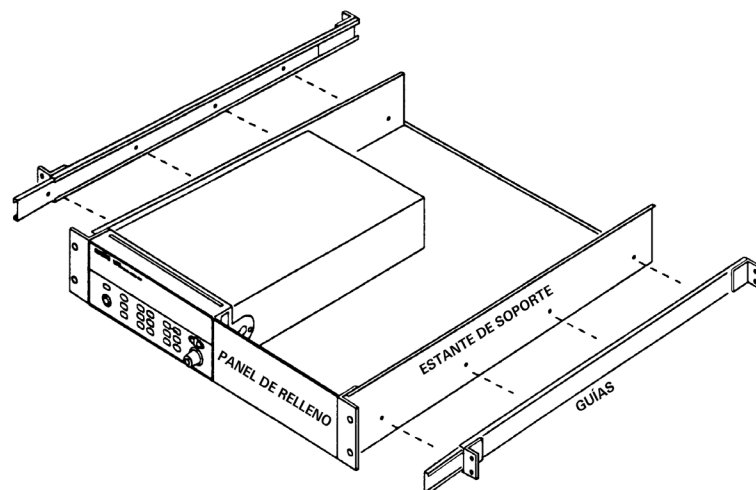
Montaje en rack y dimensiones



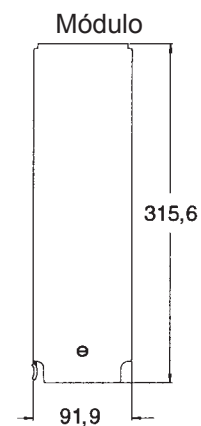
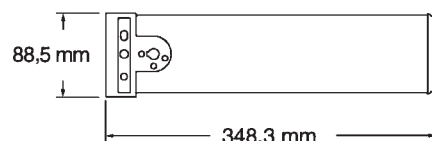
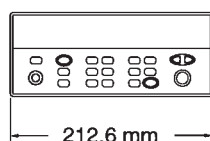
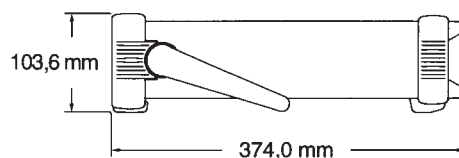
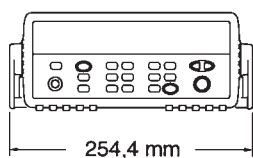
Para montaje en rack de un solo instrumento, solicite el kit de adaptador 5063-9240 (opción 1CM).



Para montar en rack 2 instrumentos juntos, solicite el kit de fijación 5061-9694 y el kit de bridas 5063-9212.



Para instalar 1 o 2 instrumentos en una balda deslizante, solicite la balda 5063-9255 y el kit deslizante 1494-0015 (para un instrumento independiente, solicite también el panel de relleno 5002-3999).



Información para pedidos

Mainframe

34970A Unidad de adquisición de datos/conmutación con RS-232 y GPIB

34972A Unidad de adquisición de datos/conmutación con LAN y USB

Los 2 mainframes incluyen multímetro digital interno de 6½ dígitos, manual de funcionamiento y de servicio (en CD-ROM), informe de pruebas, cable de alimentación eléctrica y paquete de inicio rápido (incluye el software Agilent BenchLink Data Logger 3, termopar y destornillador). Los módulos son necesarios para el funcionamiento y se adquieren por separado.

Opción 001 Sin multímetro digital interno
Igual que el anterior, pero sin multímetro digital ni paquete de inicio rápido. Solicite la ref. 34970-80010 para ampliar con un multímetro digital más adelante.

Opción 1CM Kit para montaje en rack
Opción A6J Calibración compatible con ANSI Z540
Opción 0B0 Sin juego de manuales
Opción AB0 Taiwán: manual en chino
Opción AB1 Corea: manual en coreano
Opción AB2 China: manual en chino
Opción ABA Inglés: manual en inglés
Opción ABD Alemania: manual en alemán
Opción ABE España: manual en español
Opción ABF Francia: manual en francés
Opción ABJ Japón: manual en japonés
Opción ABZ Italia: manual en italiano

Módulos

34901A Multiplexor de armadura de 20 canales
34902A Multiplexor de lengüeta 16 canales
34903A Actuador/conmutador para uso general de 20 canales
34904A Conmutador matricial 4x8 de 2 hilos
34905A Multiplexor de RF de 4 canales doble, 50 Ω
34906A Multiplexor de RF de 4 canales doble, 75 Ω
34907A Módulo multifunción
34908A Multiplexor single-ended de 40 canales

Accesorios

34830A Paquete de software BenchLink Data Logger Pro opcional que añade funciones de comprobación de límites y toma de decisiones para aplicaciones más complejas.
34307A Termopares de tipo J en paquetes de 10 unidades
34308A Termistores de 10 k Ω en paquetes de 5 unidades
34161A Bolsa para accesorios
34131A Estuche de transporte rígido
E5810A Gateway LAN/GPIB para uso con 34970A
82357B Convertidor USB/GPIB para uso con 34970A
34970-80010 Kit de instalación de multímetro digital. Totalmente calibrado con informe de pruebas y kit de inicio rápido
34905-60001 Kit de 10 cables adaptadores de SMB a BNC, 50 Ω
34906-60001 Kit de 10 cables adaptadores de SMB a BNC, 75 Ω

Adaptadores USB: si necesita llevar el puerto de memoria USB hasta el panel frontal, considere el uso de un adaptador USB, como el modelo **USBAM-USBAM de VPI** o el modelo **ECF504-UABS de L-COM**.

Documentación relacionada

	Número de publicación
<i>Agilent 34830A BenchLink Data Logger Pro Software for 34970A</i>	5989-7622EN
<i>Practical Temperature Measurements, nota de aplicación</i>	5965-7822EN
<i>Agilent 34980A Multifunction Switch/Measure, hoja de datos</i>	5989-1437EN
<i>Making High Accuracy Temperature Measurements with the 34970A</i>	5988-8152EN

Para localizar más notas de aplicación y demostraciones de productos, consulte las siguientes páginas web:

www.agilent.com/find/34972A

www.agilent.com/find/34970A

Despeje todas sus dudas

Nuestros servicios de reparación y calibración le devolverán su equipo funcionando como si fuera nuevo, en los plazos acordados. Podrá sacar el máximo partido de sus equipos Agilent a lo largo de toda su vida útil. Sus equipos serán reparados por técnicos formados por Agilent que utilizan los procedimientos de calibración de fábrica más avanzados, diagnósticos automáticos de reparación y piezas originales. Podrá depositar toda su confianza en las medidas que obtenga en cualquier momento.

Agilent ofrece una amplia gama de servicios adicionales especializados de medida y prueba para sus equipos, como asistencia inicial durante la puesta en marcha, educación y formación in situ, diseño, integración de sistemas y administración de proyectos.

Si desea más información sobre los servicios de reparación y calibración, visite:

www.agilent.com/find/removealldoubt



Agilent Email Updates

www.agilent.com/find/emailupdates

Reciba la información más reciente sobre los productos y aplicaciones que seleccione.



www.lxistandard.org

LXI es el sucesor basado en LAN de GPIB y proporciona una conectividad más rápida y eficiente. Agilent es miembro fundador del consorcio LXI.

Distribuidores de Agilent

www.agilent.com/find/channelpartners

Consiga lo mejor de ambos mundos: la experiencia y variedad de productos de medida de Agilent junto con la comodidad que le brindan sus distribuidores.

Windows, MS Windows, Windows Vista y Windows NT son marcas comerciales de Microsoft Corporation registradas en EE. UU. Microsoft es una marca comercial de Microsoft Corporation registrada en EE. UU.

Adobe, el logotipo de Adobe, Acrobat y el logotipo de Acrobat son marcas comerciales de Adobe Systems Incorporated.

Pentium es una marca comercial de Intel Corporation en los EE. UU. y otros países.

LabView es una marca comercial registrada de National Instruments.

www.agilent.com

www.agilent.com/find/34970A

www.agilent.com/find/34972A

Para obtener más información sobre los productos, aplicaciones o servicios de Agilent Technologies, póngase en contacto con su oficina local de Agilent. La lista completa se puede encontrar en:

www.agilent.com/find/contactus

América

América Latina	305 269 7500
Canadá	(877) 894-4414
Estados Unidos	(800) 829-4444

Asia Pacífico

Australia	1 800 629 485
China	800 810 0189
Corea	080 769 0800
Hong Kong	800 938 693
India	1 800 112 929
Japón	0120 (421) 345
Malasia	1 800 888 848
Singapur	1 800 375 8100
Tailandia	1 800 226 008
Taiwán	0800 047 866

Europa y Oriente Próximo

Alemania	49 (0) 7031 464 6333
Austria	43 (0) 1 360 277 1571
Bélgica	32 (0) 2 404 93 40
Dinamarca	45 70 13 15 15
España	34 (91) 631 3300
Finlandia	358 (0) 10 855 2100
Francia	0825 010 700*

*0,125 €, tarifas de red fija

Irlanda	1890 924 204
Israel	972-3-9288-504/544
Italia	39 02 92 60 8484
Países Bajos	31 (0) 20 547 2111
Reino Unido	44 (0) 118 9276201
Suecia	0200-88 22 55
Suiza	0800 80 53 53

Otros países europeos:

www.agilent.com/find/contactus

Revisión: 1 de octubre de 2009

Especificaciones y descripciones de productos que aparecen en este documento sujetas a cambios sin previo aviso.

© Agilent Technologies, Inc.

1998, 2000, 2004, 2005, 2010

Impreso en Estados Unidos, March 8, 2010

5965-5290ESE



Agilent Technologies

ANNEX X: FONTS D'ALIMENTACIÓ

Prestaciones y facilidad de uso al mejor precio



- ✓ 2 salidas programables (0-30 V) y 1 salida fija seleccionable (2,5 V / 3,3 V / 5 V)
- ✓ Visualización luminosa en color de las corrientes y tensiones simultáneamente en 3 dígitos
- ✓ Utilización simplificada gracias al montaje en serie o en paralelo sin cable
- ✓ Más rápido con 4 configuraciones que se recuperan de la memoria por el frontal
- ✓ Gran estabilidad, baja deriva en el tiempo sea cual sea el modo
- ✓ Protección contra las sobretensiones, los calentamientos y los cortocircuitos
- ✓ Comando del ventilador según la potencia de salida
- ✓ Comunicación USB

AX 1360-P, Alimentación regulada programable

La alimentación regulada programable se utiliza a menudo en los laboratorios de Investigación y Desarrollo o laboratorio de pruebas, la fabricación de productos eléctricos o electrónicos, la docencia, etc.

De fácil uso, AX 1360-P permite pasar de un montaje en serie a un montaje en paralelo, sin cableado, con una simple selección y la conmutación entre los 2 modos se efectúa automáticamente.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		AX 1360-P
Número de salidas		3
REGULACIÓN DE LA TENSIÓN		
Salida 1		0 – 30 V
Salida 2		0 – 30 V
Salida 3		2,5 V / 3,3 V / 5 V
REGULACIÓN DE LA CORRIENTE		INDEPENDIENTE
Salida 1	5 A	
Salida 2	5 A	
Salida 3	3 A	
		EN PARALELO
Salida 1		6 A
Salida 2		10 A
Salida 3		-
PRECISIÓN		
Tensión		±(0,5 % lectura + 2 dígitos)
Corriente		±(0,5 % lectura + 5 dígitos)
RESOLUCIÓN		
Tensión		10 mV (0 à 9,99 V) – 100 mV (10 à 30 V)
Corriente		10 mA
ONDULACIÓN Y RUIDO		
Tensión		< 1 mV RMS
COEFICIENTE DE TEMPERATURA		
Tensión		< 300 ppm/°C
EN CARGA		INDEPENDIENTE Y EN PARALELO
Regulación de la tensión		< 0,1 % + 5 mV
Regulación de la corriente		< 0,2 % + 3 mA
PROTECCIONES		
Cortocircuitos		Limitación de la corriente e indicación visual por Led rojo
Sobrecalentamiento		Fusible
FUNCIÓN "SAVE/RECALL"		
Número de memorias		4
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
Visualización		Digital con LED – Tensión y corriente simultáneas y color
Configuraciones corrientes y tensiones		Salida 1 y 2 por potenciómetro y 3 por conmutador
Interfaz / Software		USB / Drivers LV y LW
Alimentación a la red eléctrica		220 V / 50 Hz – 60 Hz
Seguridad / Protección		IEC 61010 – 1 / Fusible
Características mecánicas		Dimensiones: 310 x 250 x 150 mm – Peso: 7,5 kg
Garantía		1 año

Estado de entrega

AX1360-P : 1 alimentación programable,
1 cable de alimentación,
1 cable USB y 1 manual de instrucciones.

Referencia de pedido: AX1360-P



ESPAÑA
Chauvin Arnoux Ibérica SA
C/ Roger de Flor, 293 - 1a Planta
08025 BARCELONA
Tel: +34 902 20 22 26
Fax: +34 934 59 14 43
comercial@chauvin-arnoux.es
www.chauvin-arnoux.es

Para información y pedidos

EA-PSI 9000 T 320 W - 1500 W



Fuentes de alimentación DC de sobremesa programables Programmable desktop DC Power supplies



EA-PSI 9080-60 T



Opcion: LAN

- Amplia tensión de alimentación AC 90...264 V con PFC activo
- Alta eficacia de hasta el 92 %
- Potencia de salida: 0...320 W hasta 0...1.500 W
- Tensiones de salida 0...40 V hasta 0...500 V
- Corrientes de salida: 0...4 A hasta 0...60 A
- Fase de salida regulada por potencia, flexible
- Supervisión (OVP, OCP, OPP)
- Protección contra sobretensión (OT)
- Panel táctil intuitivo con display para mostrar valores, estados y notificaciones
- Puerto USB como estándar, Ethernet y analógico opcionalmente (aisladas galvánicamente)
- Generador de funciones integrado
- Simulación y regulación de resistencia interna
- Modelos de 40 V compatibles con SELV (EN 60950)
- Lenguaje de comandos SCPI admitido
- VIs LabView
- Software de control para Windows

- Wide input voltage range 90...264 V with active PFC
- High efficiency up to 92%
- Output power ratings: 0...320 W up to 0...1500 W
- Output voltages: 0...40 V up to 0...500 V
- Output currents: 0...4 A up to 0...60 A
- Flexible, power regulated output stage
- Supervision (OVP, OCP, OPP)
- Overtemperature protection (OT)
- Intuitive touch panel with display for values, status and notifications
- USB port as standard, Ethernet & analog optional (all interfaces galvanically isolated)
- Integrated function generator
- Internal resistance simulation and regulation
- 40 V models compliant to SELV (EN 60950)
- SCPI command language supported
- LabView VIs
- Control software for Windows

General

Las fuentes de alimentación de laboratorio controladas por microprocesador de la serie EA-PSI 9000 T ofrecen un concepto de manejo interactivo e intuitivo, junto con amplio juego de funciones estándar que facilita enormemente trabajar con ellas. La configuración de los parámetros de salida, las funciones de supervisión y demás ajustes son opciones inteligentes y cómodas.

Las funciones de supervisión implementadas para todos los parámetros de salida pueden contribuir a reducir los equipos de prueba y hacer que sea casi innecesario instalar el hardware y software de supervisión externa.

General

The microprocessor controlled laboratory power supplies of series EA-PSI 9000 T offer a user-friendly, interactive handling concept, along with a extensive set of standard features, which can facilitate operating them. Configuration of output parameters, supervision features and other settings is smart and comfortable.

The implemented supervision features for all output parameters can help to reduce test equipment and make it almost unnecessary to install external supervision hardware and software.

EA-PSI 9000 T 320 W - 1500 W

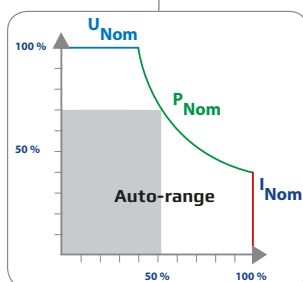
El claro panel de control con sus dos mandos rotatorios, un botón pulsador, tres LED y una pantalla táctil con display a color para todos los valores y estados importantes permiten al usuario manejar el equipo fácilmente con unos simples toques con el dedo.

Alimentación AC

El equipo emplea una **Corrección del Factor de Potencia activa** (breve: PFC), que posibilita el uso en todo el mundo en una entrada de red desde 90 V_{AC} a 264 V_{AC}. Los modelos con 1,5 kW disminuirán su potencia de salida a 1 kW en tensiones de entrada por debajo de 150 V_{AC}.

Fase de potencia con auto-range

Todos los modelos están equipados con una fase de salida con auto-range que ofrece una tensión de salida más alta a una corriente de salida más baja o una corriente de salida más alta a una tensión de salida más baja, siempre limitado por la potencia de salida nominal máxima. El valor de referencia de la potencia máxima se puede ajustar en estos modelos. Por lo tanto, se puede cubrir una gran gama de aplicaciones utilizando una única unidad.



Salida DC

Están disponibles tensiones de salida DC entre 0...40 V y 0...500 V, corrientes de salida entre 0...4 A y 0...60 A y valores nominales de potencia de salida entre 0...320 W y 0...1.500 W.

Por lo tanto, es posible ajustar la corriente, tensión y potencia continuamente entre el 0 % y el 100 %, sin importar si se realiza mediante control manual o remoto (analógico o digital). Además, existe el modo de resistencia que ofrece una simulación de una resistencia en línea interna. Los terminales de salida están situados en la parte frontal de los equipos.

Circuito de descarga

Los modelos con una tensión de salida nominal de 200 V o superior incluyen un circuito de descarga para las capacidades de salida. Para situaciones en las que no haya carga o muy poca, se garantiza que la tensión de salida peligrosa pueda situarse por debajo de los 60 V DC después de la que salida DC se haya apagado. Este valor es considerado el límite para tensiones peligrosas para la seguridad de las personas.

Funciones de protección

Para la protección del equipo conectado es posible establecer un umbral de protección frente a sobretensión (OVP), así como una para sobrecorriente (OCP) y sobrepotencia (OPP). Tan pronto como se alcancen uno de estos umbrales, sea cual sea el motivo, la salida DC se apagará inmediatamente y se generará una señal de estado en el display y a través de las interfaces. Además, hay una protección frente a sobret temperatura que apagará la salida DC si el equipo se calienta en exceso.

Detección remota

La entrada de detección estándar se puede conectar directamente a la carga para compensar caídas de tensión en los cables. Si la entrada de detección se ha conectado a la carga, la fuente de alimentación detectará y ajustará la tensión de salida automáticamente para garantizar que la tensión requerida precisa esté disponible en la carga. El conector de detección remoto está situado en la parte frontal del equipo.

The clear control panel with its two knobs, one pushbutton, three LEDs and the touch panel with colour display for all important values and status enable the user to handle the device easily with a few touches of a finger.

AC supply

The equipment uses an active **Power Factor Correction** (short: PFC), enabling worldwide use on a mains input from 90 V_{AC} up to 264 V_{AC}. Models with 1.5 kW will derate their output power to 1 kW below input voltages of 150 V_{AC}.

Auto-ranging power stage

All models are equipped with a flexible auto-ranging output stage which provides a higher output voltage at lower output current, or a higher output current at lower output voltage, always limited to the max. nominal output power. The maximum power set value is adjustable with these models. Therefore, a wide range of applications can already be covered by the use of just one unit.

DC output

DC output voltages between 0...40 V and 0...500 V, output currents between 0...4 A and 0...60 A and output power ratings between 0...320 W and 0...1500 W are available.

Current, voltage and power can thus be adjusted continuously between 0% and 100%, no matter if manually or remotely controlled (analog or digital). There is furthermore the resistance mode which offers simulation of an internal in-line resistor.

The output terminals are located on the front side of the devices

Discharge circuit

Models with a nominal output voltage of 200 V or higher include a discharge circuit for the output capacities. For no load or low load situations, it ensures that the dangerous output voltage can sink to under 60 V DC after the DC output has been switched off. This value is considered as limit for voltages dangerous to human safety.

Protective features

For protection of the equipment connected, it is possible to set an overvoltage protection threshold (OVP), as well as one for overcurrent (OCP) and overpower (OPP). As soon as one of these thresholds is reached for any reason, the DC output will be immediately shut off and a status signal will be generated on the display and via the interfaces. There is furthermore an overtemperature protection, which will shut off the DC output if the device overheats.

Remote sensing

The standard sensing input can be connected directly to the load in order to compensate voltage drops along the cables. If the sensing input is connected to the load, the power supply will detect this and adjust the output voltage automatically to ensure the accurate required voltage is available at the load. The remote sensing connector is located on the front of the device.

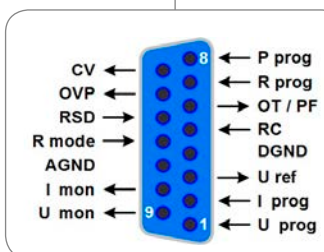


EA-PSI 9000 T 320 W - 1500 W



Interfaz analógica opcional

Una interfaz analógica aislada galvánicamente se puede instalar opcionalmente y posteriormente colocarse en la parte trasera del equipo. Cuenta con entradas analógicas para ajustar la tensión, corriente, potencia y resistencia de 0...100 % mediante las tensiones de control o 0 V...10 V o 0 V...5 V. Para controlar la tensión y corriente de salida hay salidas analógicas con 0 V...10 V o 0 V...5 V. Además, existen varias entradas y salidas disponibles para controlar y supervisar el estado del equipo.



Optional analog interface

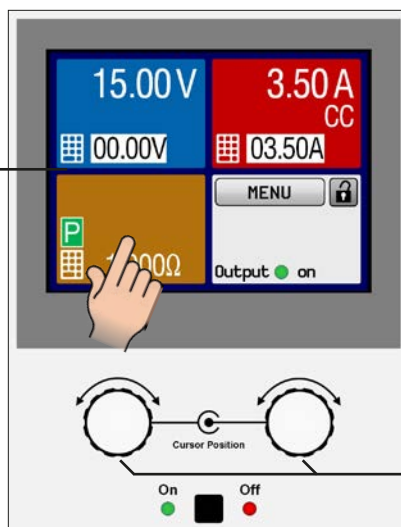
A galvanically isolated analog interface can be installed optionally and subsequently, located on the rear of the device. It offers analog inputs to set voltage, current, power and resistance from 0...100% through control voltages of 0 V...10 V or 0 V...5 V. To monitor the output voltage and current there are analog outputs with 0 V...10 V or 0 V...5 V. Also, several inputs and outputs are available for controlling and monitoring the device status.



Display y panel de control

Display and control panel

Display con pantalla táctil
Display with touch panel



Mandos rotatorios para un ajuste de valores cómodo
Knobs for comfortable value adjustment

Los valores de referencia y los valores reales de la tensión, corriente y potencia de salida se representan claramente en el display gráfico. La pantalla TFT a color es táctil y se puede usar de forma intuitiva para controlar todas las funciones del equipo con solo un dedo.

Los valores de referencia de tensión, corriente, potencia o resistencia interna simulada se pueden ajustar mediante los mandos rotatorios o introducirlos directamente mediante el teclado numérico. Para impedir el funcionamiento no intencionado, todos los controles se pueden bloquear.

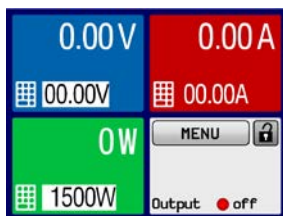
Set values and actual values of output voltage, output current and output power are clearly represented on the graphic display. The colour TFT screen is touch sensitive and can be intuitively used to control all functions of the device with just a finger.

Set values of voltage, current, power or the simulated, internal resistance can be adjusted using the rotary knobs or entered directly via a numeric pad.

To prevent unintentional operations, all operation controls can be locked.

Panel de control multilingüaje

Multi-language control panel



Inglés / English



Chino / Chinese



Ruso / Russian



Alemán / German

Generador de funciones

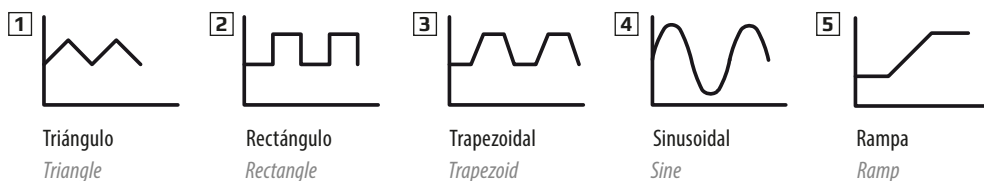
Todos los modelos de esta serie incluyen un generador de funciones real que puede generar las funciones típicas, tal y como se muestra en la imagen inferior y aplicarlas a tanto la tensión como a la corriente de salida. El generador se puede configurar y controlar completamente mediante el panel táctil de la parte frontal del equipo o por control remoto mediante una de las interfaces digitales.

Las funciones predefinidas ofrecen todos los parámetros necesarios al usuario como la compensación Y, tiempo/frecuencia o amplitud para una posibilidad de configuración completa.

Function generator

All models within this series include a true function generator which can generate typical functions, as displayed in the figure below, and apply them to either the output voltage or the output current. The generator can be completely configured and controlled by using the touch panel on the front of the device, or by remote control via one of the digital interfaces.

The predefined functions offer all necessary parameters to the user, such as Y offset, time / frequency or amplitude, for full configuration ability.

EA-PSI 9000 T 320 W - 1500 W

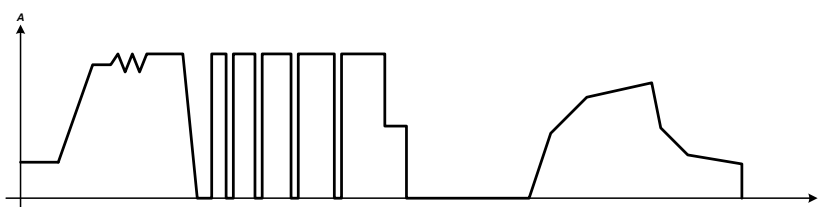
Además de las funciones estándar, que se basan en un dispositivo conocido como generador arbitrario, es posible acceder a este generador básico para la creación y ejecución de un conjunto complejo de funciones separadas en un máximo de hasta 99 secuencias. Esos se pueden usar con fines de prueba en desarrollo y producción. Las secuencias se pueden cargar desde y grabar en una memoria USB a través del puerto USB del panel frontal, facilitando el cambio entre las distintas secuencias de prueba.

Ejemplo ficticio de una función compleja (40 secuencias) que se puede realizar con el generador arbitrario. La función se puede crear en el equipo o de forma externa y, a continuación, cargarla o guardarla:

Additionally to the standard functions, which are all based upon a so-called arbitrary generator, this base generator is accessible for the creation and execution of complex sets of functions, separated into up to 99 sequences. These can be used for testing purposes in development and production.

The sequences can be loaded from and saved to a standard USB flash drive via the USB port on the front panel, making it easy to change between different test sequences.

Fictional example of a complex function (40 sequences) as it can be realised with the arbitrary generator. The function can be created on the device or externally and then loaded or saved:

**Prefijar los valores de salida**

Para ajustar los valores de salida sin un impacto directo en la condición de salida, los valores de referencia también se muestran en el display, situados por debajo de los valores reales.

Junto a eso, el usuario puede prefijar los valores requeridos para tensión, corriente y potencia. Esto se realiza o bien mediante los mandos rotatorios o mediante la entrada directa del panel táctil. Además los cinco perfiles de usuario permiten al usuario alternar fácilmente entre los valores de referencia más frecuentemente usados simplemente al activar un perfil de usuario diferente.

Presetting of output values

To set output values without a direct impact on the output condition, the set values are also shown on the display, positioned below the actual values.

With this, the user can preset required values for voltage, current and power. It is either done by using the rotary knobs or by direct input on the touch panel. The five user profiles furthermore enable the user to switch easily between often used set values, just by activating a different user profile.

Software de control

Incluido con el equipo existe un software de control para Windows que permite el control remoto de varios equipos idénticos o, incluso, de distinto tipo. Ofrece una interfaz clara para todos los valores de referencia y reales, un modo de entrada directa para comandos SCPI y ModBus RTU, una función de actualización de firmware y un control de tabla semiautomática denominada «Sequencing». Opcionalmente desbloqueable mediante un código de licencia, la aplicación «MultiControl» puede supervisar y controlar hasta 20 unidades a la vez en una única ventana. La función de secuenciación y registro de datos también están disponibles.

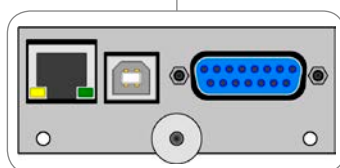
Control software

Included with the device is a control software for Windows PC, which allows for the remote control of multiple identical or even different types of devices. It has a clear interface for all set and actual values, a direct input mode for SCPI and ModBus RTU commands, a firmware update feature and the semi-automatic table control named «Sequencing».

Optionally unlockable with a licence code, the app «Multi Control» can monitor and control up to 20 units at once and in one windows. The sequencing feature and data logging are here available as well.

Opciones

- Módulo de interfaz readaptable con USB, Ethernet y puertos analógicos (nº de pedido 33100231)

**Options**

- Retrofittable interface module with USB, Ethernet and analog ports (ordering number: 33100231)

EA-PSI 9000 T 320 W - 1500 W

Información técnica	Technical Data	Serie / Series EA-PSI 9000 T	
AC: Alimentación	AC: Supply		
- Tensión	- Voltage	90...264 V, 1ph+N	
- Frecuencia	- Frequency	45...65 Hz	
- Factor de potencia	- Power factor	>0,99	
- Reducción de carga	- Derating	Solo modelos con 1.500 W: < 150 V AC reducido a 1.000 W / Only models with 1500 W: < 150 V AC derated down to 1000 W	
DC: Tensión	DC: Voltage		
- Precisión	- Accuracy	<0,1 % del valor nominal / <0.1% of rated value	
- Regulación de carga 0-100 %	- Load regulation 0-100%	<0,05 % del valor nominal / <0.05% of rated value	
- Regulación de red ± 10 % ΔU_{AC}	- Line regulation $\pm 10\% \Delta U_{AC}$	<0,02 % del valor nominal / <0.02% of rated value	
- Regulación 10-100 % carga	- Regulation 10-100% load	<2 ms	
- Tiempo de subida 10-90 %	- Rise time 10-90%	Max. 30 ms	
- Protección frente a sobretensión	- Overvoltage protection	Ajustable, 0...110 % U_{Nom} / Adjustable, 0...110% U_{Nom}	
DC: Corriente	DC: Current		
- Precisión	- Accuracy	<0,1 % del valor nominal / <0.1% of rated value	
- Regulación de carga 0-100 % ΔU_{DC}	- Load regulation 0-100% ΔU_{DC}	<0,15 % del valor nominal / <0.15% of rated value	
- Regulación de red ± 10 % ΔU_{AC}	- Line regulation $\pm 10\% \Delta U_{AC}$	<0,05 % del valor nominal / <0.05% of rated value	
DC: Potencia	DC: Power		
- Precisión	- Accuracy	<1 % del valor nominal / <1% of rated value	
Categoría de sobretensión	Overvoltage category	2	
Protección	Protection	OT, OVP, OCP, OPP, PF ⁽²⁾	
Aislamiento	Insulation		
- Entrada AC a carcasa	- AC input to enclosure	2.500 V DC	
- Entrada AC a salida	- AC input to output	2.500 V DC	
- Salida DC a carcasa	- DC output to enclosure	Negativo: máx. 400 V DC, positivo: máx. 400 V DC + tensión de salida / Negative: max. 400 V DC, positive: max. 400 V DC + output voltage	
Grado de contaminación	Degree of pollution	2	
Clase de protección	Protection class	1	
Interfaz analógica (opcional)	Analog interface (optional)	D-Sub 15 polos, aislados galvánicamente / 15 pole D-Sub, galvanically isolated	
- Rango de señal	- Signal range	0...5 V o 0...10 V (conmutable) / 0...5 V or 0...10 V (switchable)	
- Entradas	- Inputs	U, I, P, R, control remoto on-off, salida DC on-off, modo de resistencia on-off / U, I, P, R, remote control on-off, DC output on-off, resistance mode on-off	
- Salidas	- Outputs	U, I, sobretensión, alarmas, tensión de referencia / U, I, overvoltage, alarms, reference voltage	
- Precisión U / I / P / R	- Accuracy U / I / P / R	0...10 V: <0,2 %	0...5 V: <0,4 %
Funcionamiento en paralelo	Parallel operation	Posible / Possible	
Estándares	Standards	EN 60950, EN 61326, EN 61010, EN 55022 Clase B / Class B	
Refrigeración	Cooling	Temperatura controlada mediante ventilador / Temperature controlled fan	
Temperatura de funcionamiento	Operation temperature	0...50 °C	
Temperatura de almacenamiento	Storage temperature	-20...70 °C	
Humedad relativa	Relative humidity	<80 %, sin condensación / non-condensing	
Altitud de funcionamiento	Operation altitude	<2.000 m	
Mecánica	Mechanics		
- Peso	- Weight	320 W - 640 W: ≈ 7 kg	1.000 W - 1.500 W: ≈ 8 kg
- Dimensiones (Anch. x Alt. x Prof.) ⁽¹⁾	- Dimensions (W x H x D) ⁽¹⁾	320 W - 640 W: 92 x 239 x 352 mm	1.000 W - 1.500 W: 92 x 239 x 412 mm

(1) Solo carcasa / Body only

(2) Véase página 146 / See page 146

EA-PSI 9000 T 320 W - 1500 W

Modelo	Tensión	Corriente	Potencia	Eficacia	Ondulación U ⁽²⁾	Ondulación I	Programación ⁽¹⁾			Nº de producto
Model	Voltage	Current	Power	Efficiency	Ripple U ⁽²⁾	Ripple I	U (tip.)	I (tip.)	P (tip.)	Ordering number
PSI 9040-20 T	0...40 V	0...20 A	0...320 W	≤88%	20 mV _{pp} / 2 mV _{RMS}	1 mA _{RMS}	1.5 mV	0.8 mA	0.012 W	06200540
PSI 9080-10 T	0...80 V	0...10 A	0...320 W	≤89%	20 mV _{pp} / 2 mV _{RMS}	1 mA _{RMS}	3.1 mV	0.4 mA	0.012 W	06200541
PSI 9200-04 T	0...200 V	0...4 A	0...320 W	≤89%	50 mV _{pp} / 6 mV _{RMS}	1.5 mA _{RMS}	7.6 mV	0.2 mA	0.012 W	06200542
PSI 9040-40 T	0...40 V	0...40 A	0...640 W	≤89%	20 mV _{pp} / 2 mV _{RMS}	1 mA _{RMS}	1.5 mV	1.5 mA	0.024 W	06200543
PSI 9080-20 T	0...80 V	0...20 A	0...640 W	≤91%	20 mV _{pp} / 2 mV _{RMS}	1 mA _{RMS}	3.1 mV	0.8 mA	0.024 W	06200544
PSI 9200-10 T	0...200 V	0...10 A	0...640 W	≤92%	50 mV _{pp} / 6 mV _{RMS}	1.5 mA _{RMS}	7.6 mV	0.4 mA	0.024 W	06200545
PSI 9040-40 T	0...40 V	0...40 A	0...1000 W	≤92%	25 mV _{pp} / 4 mV _{RMS}	6 mA _{RMS}	1.5 mV	1.5 mA	0.038 W	06200546
PSI 9080-40 T	0...80 V	0...40 A	0...1000 W	≤92%	25 mV _{pp} / 4 mV _{RMS}	6 mA _{RMS}	3.1 mV	1.5 mA	0.038 W	06200547
PSI 9200-15 T	0...200 V	0...15 A	0...1000 W	≤93%	150 mV _{pp} / 23 mV _{RMS}	1.8 mA _{RMS}	7.6 mV	0.6 mA	0.038 W	06200548
PSI 9500-06 T	0...500 V	0...6 A	0...1000 W	≤93%	155 mV _{pp} / 33 mV _{RMS}	8 mA _{RMS}	19.1 mV	0.2 mA	0.038 W	06200549
PSI 9040-60 T	0...40 V	0...60 A	0...1500 W	≤92%	25 mV _{pp} / 4 mV _{RMS}	6 mA _{RMS}	1.5 mV	2.3 mA	0.057 W	06200550
PSI 9080-60 T	0...80 V	0...60 A	0...1500 W	≤92%	25 mV _{pp} / 4 mV _{RMS}	6 mA _{RMS}	3.1 mV	2.3 mA	0.057 W	06200551
PSI 9200-25 T	0...200 V	0...25 A	0...1500 W	≤93%	150 mV _{pp} / 23 mV _{RMS}	1.8 mA _{RMS}	7.6 mV	1 mA	0.057 W	06200552
PSI 9500-10 T	0...500 V	0...10 A	0...1500 W	≤93%	155 mV _{pp} / 33 mV _{RMS}	8 mA _{RMS}	19.1 mV	0.2 mA	0.057 W	06200553

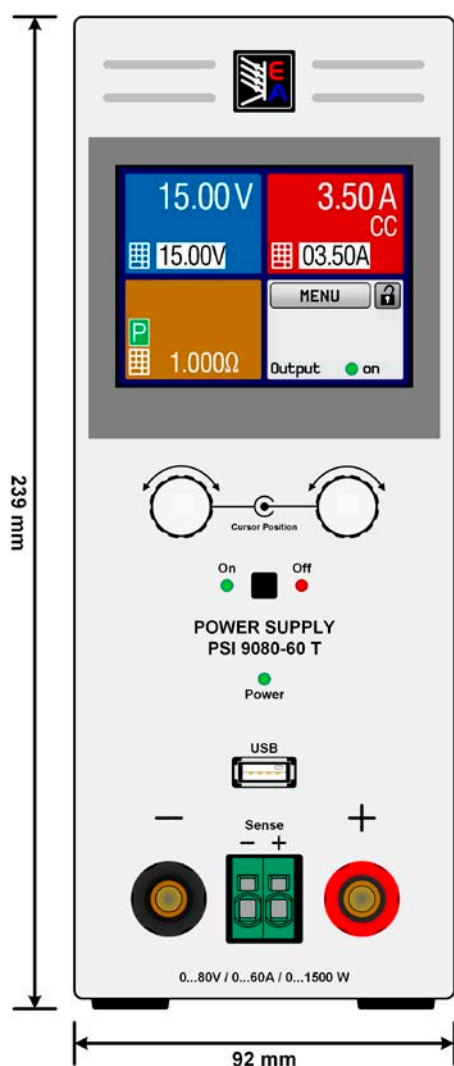
(1) Resolución programable sin tener en cuenta errores del equipo / Programmable resolution disregarding device errors

(2) Valor RMS: medido a LF con BWL 300 kHz, valor PP: medido a HF con BWL 20 MHz / RMS value: measures at LF with BWL 300 kHz, PP value: measured at HF with BWL 20 MHz



Vistas de producto

Product views



Vista trasera (1.000 W / 1.500 W) / Rear view (1000 W / 1500 W)

ANNEX XI: CÀMERA



Technical Data

FLIR A655sc 80°

Part number:

55001-0305

Copyright

© 2013, FLIR Systems, Inc.

All rights reserved worldwide. Names and marks appearing herein are either registered trademarks or trademarks of FLIR Systems and/or its subsidiaries. All other trademarks, trade names or company names referenced herein are used for identification only and are the property of their respective owners.

March 22, 2013, 04:45 AM

Corporate Headquarters

FLIR Systems, Inc.
27700 SW Parkway Ave.
Wilsonville, OR 97070
USA
Telephone: +1-503-498-3547

Website

<http://www.flir.com>

Customer support

<http://support.flir.com>

Legal disclaimer

Specifications subject to change without further notice. Camera models and accessories subject to regional market considerations. License procedures may apply.

Information and equipment described herein may require US Government authorization for export purposes. Diversion contrary to US law is prohibited.



Imaging and optical data

IR resolution	640 × 480 pixels
Thermal sensitivity/NETD	< 0.05°C @ +30°C (+86°F) / 50 mK
Field of view (FOV) / Minimum focus distance	80° × 64.4° (92.8° diagonal) / 65 mm (2.6 in.)
Focal length	6.5 mm (0.26 in.)
Spatial resolution (IFOV)	2.62 mrad
Lens identification	Automatic
F-number	1.0
Image frequency	50 Hz (100/200 Hz with windowing)
Focus	Automatic or manual (built in motor)

Detector data

Focal Plane Array (FPA) / Spectral range	Uncooled microbolometer / 7.5–14 µm
Detector pitch	17 µm
Detector time constant	Typical 8 ms

Measurement

Object temperature range	−40°C to +150°C (−40°F to +302°F) 100 to +650°C (+212 to +1202°F)
Accuracy	±2°C (±3.6°F) or ±2% of reading

Measurement analysis

Atmospheric transmission correction	Automatic, based on inputs for distance, atmospheric temperature and relative humidity
Optics transmission correction	Automatic, based on signals from internal sensors
Emissivity correction	Variable from 0.01 to 1.0
Reflected apparent temperature correction	Automatic, based on input of reflected temperature
External optics/windows correction	Automatic, based on input of optics/window transmission and temperature
Measurement corrections	Global object parameters

USB

USB	• Control and image
USB, standard	USB 2 HS
USB, connector type	• USB Mini-B
USB, communication	TCP/IP socket-based FLIR proprietary
USB, image streaming	16-bit 640 × 480 pixels @ 25 Hz - Signal linear - Temperature linear - Radiometric
USB, protocols	TCP, UDP, SNTP, RTSP, RTP, HTTP, ICMP, IGMP, ftp, SMTP, SMB (CIFS), DHCP, MDNS (Bonjour), uPnP

Ethernet

Ethernet	Control and image
Ethernet, type	Gigabit Ethernet
Ethernet, standard	IEEE 802.3



FLIR A655sc 80°

P/N: 55001-0305

© 2013, FLIR Systems, Inc.
All rights reserved worldwide.

Ethernet

Ethernet, connector type	RJ-45
Ethernet, communication	TCP/IP socket-based FLIR proprietary and GenICam protocol
Ethernet, image streaming	16-bit 640 × 480 pixels @ 50 Hz 16-bit 640 × 240 pixels @ 100 Hz 16-bit 640 × 120 pixels @ 200 Hz - Signal linear - Temperature linear - Radiometric GigE Vision and GenICam compatible
Ethernet, protocols	TCP, UDP, SNTP, RTSP, RTP, HTTP, ICMP, IGMP, ftp, SMTP, SMB (CIFS), DHCP, MDNS (Bonjour), uPnP

Digital input/output

Digital input, purpose	Image tag (start, stop, general), Image flow ctrl. (Stream on/off), Input ext. device (programmatically read)
Digital input	2 opto-isolated, 10–30 VDC
Digital output, purpose	Output to ext. device (programmatically set)
Digital output	2 opto-isolated, 10–30 VDC, max 100 mA
Digital I/O, isolation voltage	500 VRMS
Digital I/O, supply voltage	12/24 VDC, max 200 mA
Digital I/O, connector type	6-pole jackable screw terminal

Power system

External power operation	12/24 VDC, 24 W absolute max
External power, connector type	2-pole jackable screw terminal
Voltage	Allowed range 10–30 VDC

Environmental data

Operating temperature range	–15°C to +50°C (+5°F to +122°F)
Storage temperature range	–40°C to +70°C (–40°F to +158°F)
Humidity (operating and storage)	IEC 60068-2-30/24 h 95% relative humidity +25°C to +40°C (+77°F to +104°F)
EMC	<ul style="list-style-type: none">EN 61000-6-2:2001 (Immunity)EN 61000-6-3:2001 (Emission)FCC 47 CFR Part 15 Class B (Emission)
Encapsulation	IP 30 (IEC 60529)
Bump	25 g (IEC 60068-2-29)
Vibration	2 g (IEC 60068-2-6)

Physical data

Weight	1.17 kg (2.58 lb.)
Camera size (L × W × H)	297 × 73 × 75 mm (11.7 × 2.9 × 3.0 in.)
Tripod mounting	UNC ¼"-20 (on three sides)
Base mounting	2 × M4 thread mounting holes (on three sides)
Housing material	Aluminum
Comments to physical data	Outline dimensional drawings and STEP files can be found at http://support.flir.com



P/N: 55001-0305

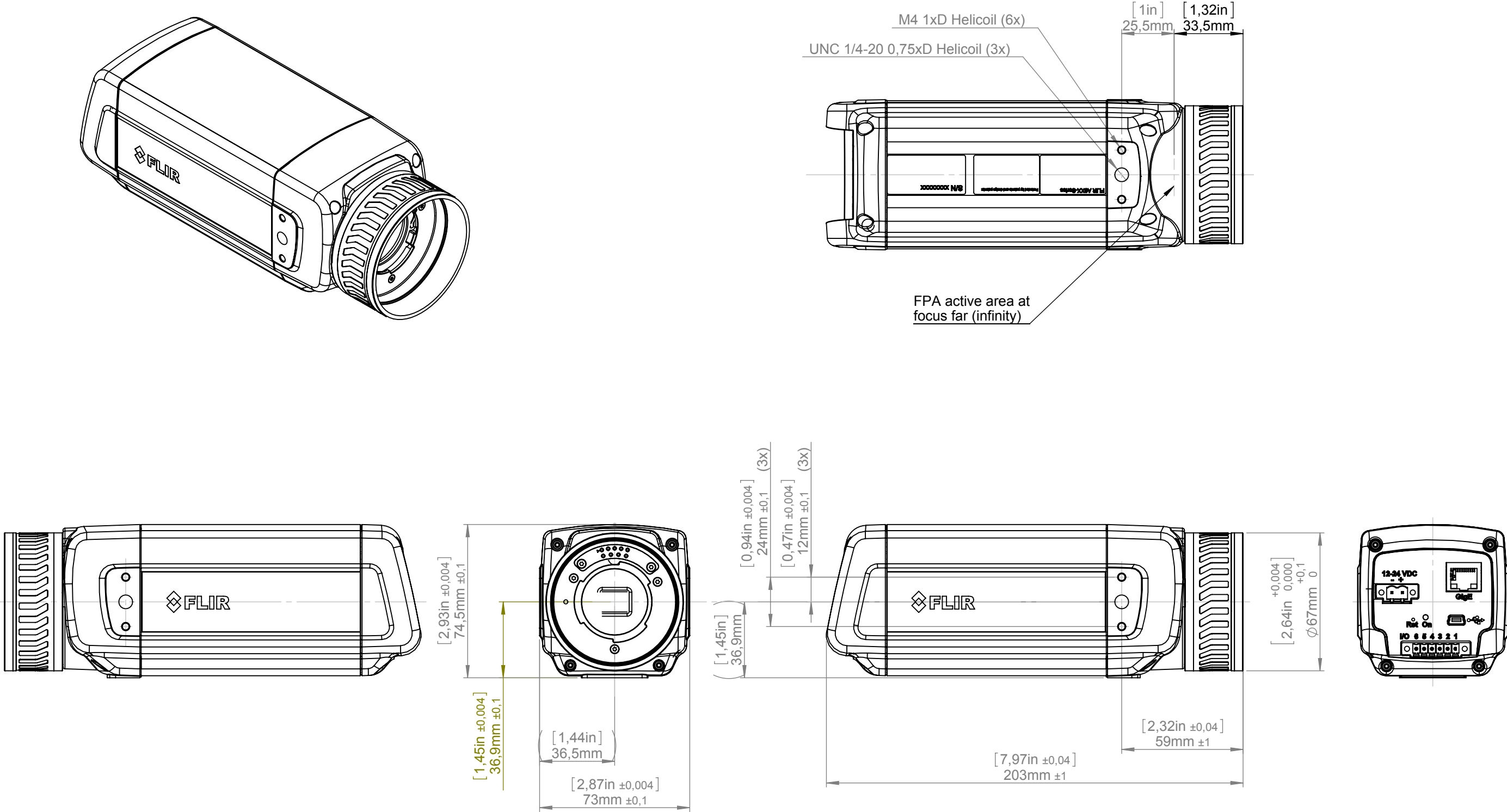
© 2013, FLIR Systems, Inc.
All rights reserved worldwide.


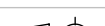
Shipping information

- Infrared camera with lens
 - Calibration certificate
 - Downloads brochure
 - Ethernet™ cable
 - FLIR apps card
 - FLIR ResearchIR scratchcard
 - FLIR Tools download card
 - Getting Started Guide
 - Hard transport case
 - Important Information Guide
 - Mains cable
 - Optics brochure
 - Power cable, pig-tailed
 - Power supply
 - Service & training brochure
 - Thank you card
 - USB cable
 - User documentation CD-ROM
 - Utility CD-ROM
 - Warranty extension card
-

© 2012 FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions. Diversion contrary to US law is prohibited.

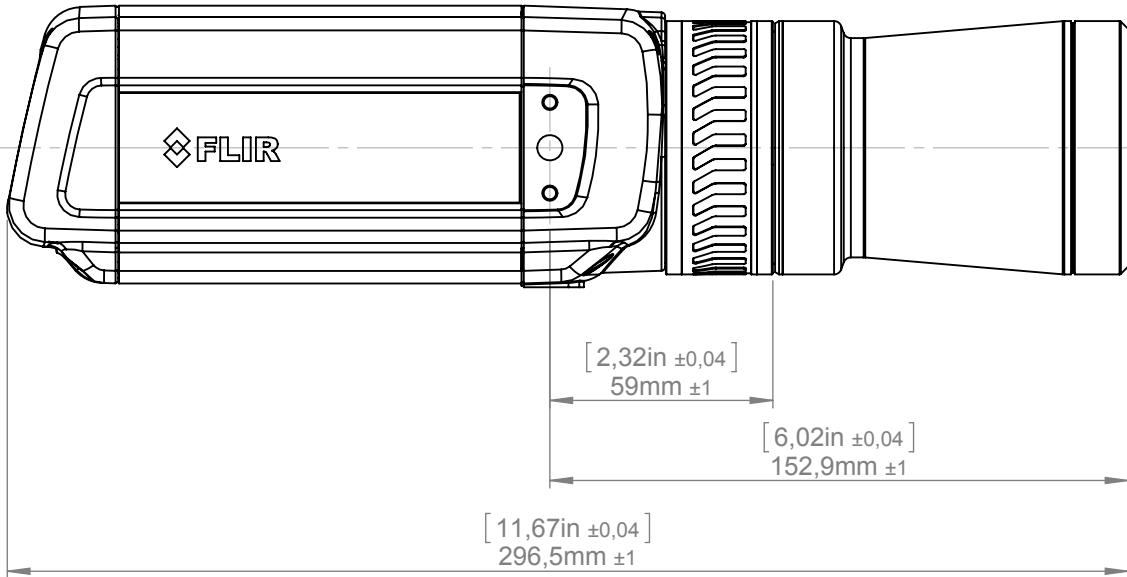
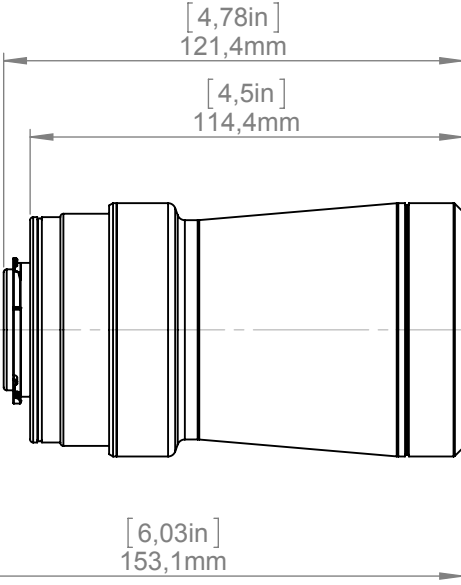
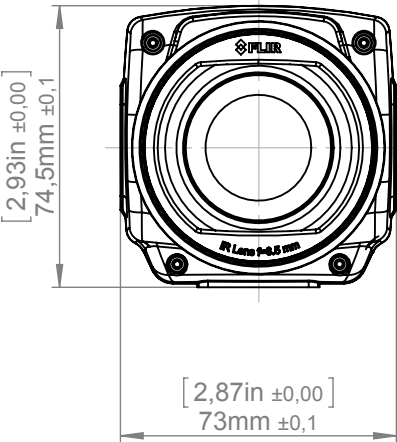
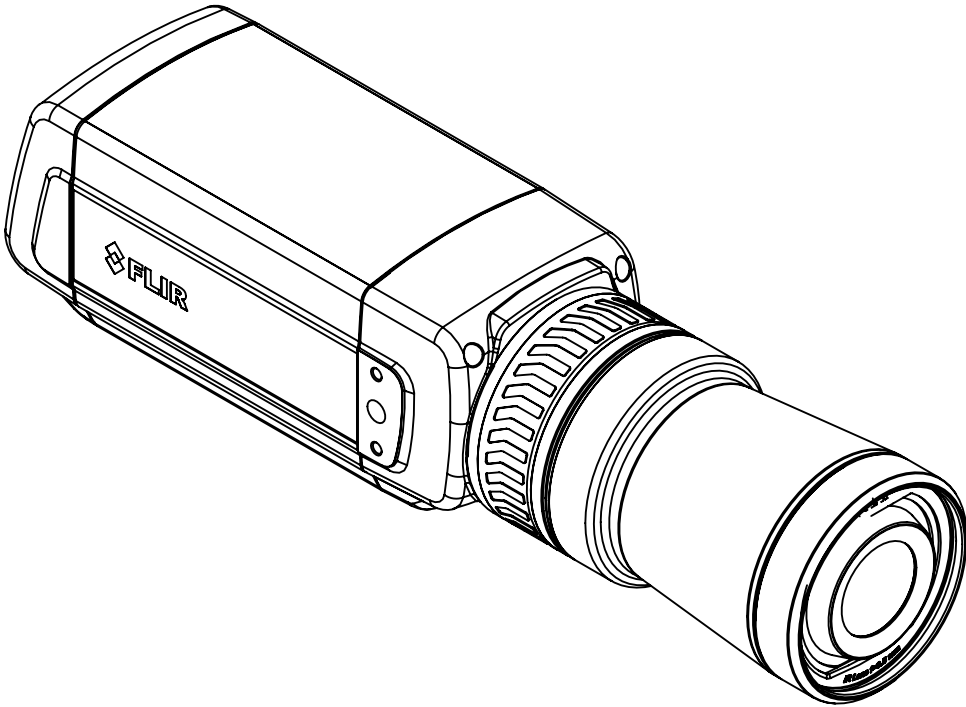
Camera housing





Modified 2012-04-18	Check CAHA	Drawn by R&D Thermography		
Denomination				
Basic dimensions FLIR A/SC 6xx				
Size A3		Scale 1:2		Sheet 1(9)
Drawing No. T126925			Size A	

© 2012 FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions. Diversion contrary to US law is prohibited.

Camera with Lens IR f=6,5 mm (80°)

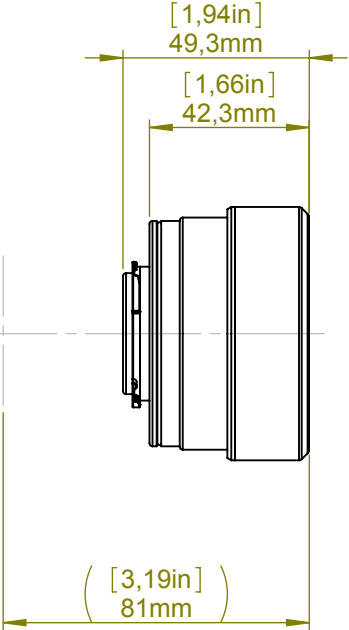
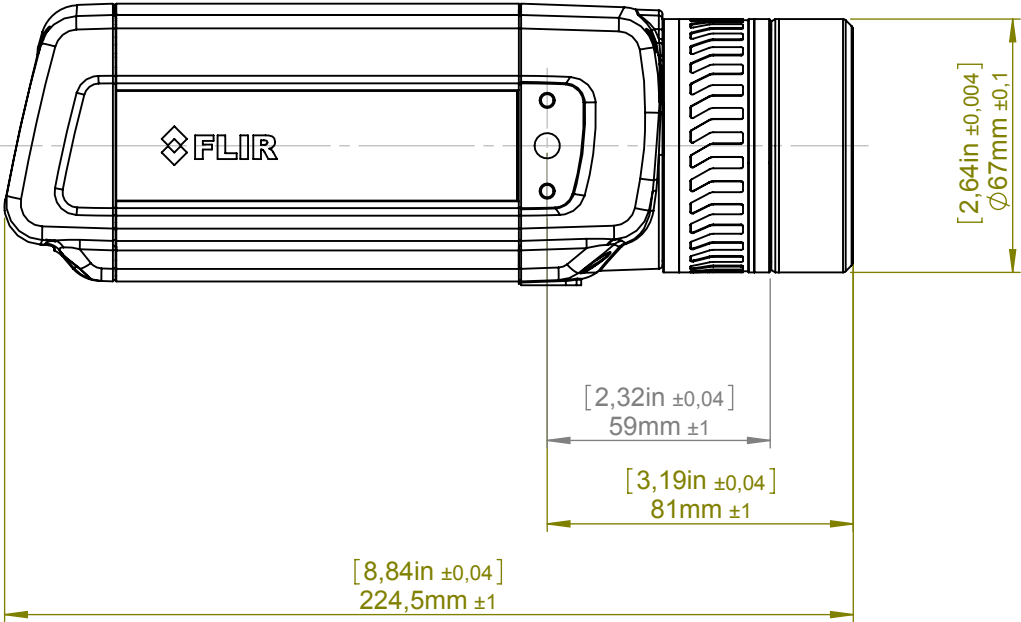
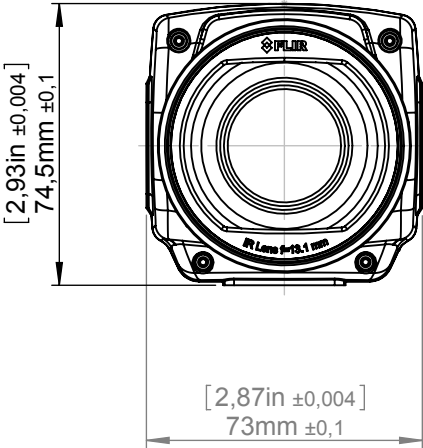
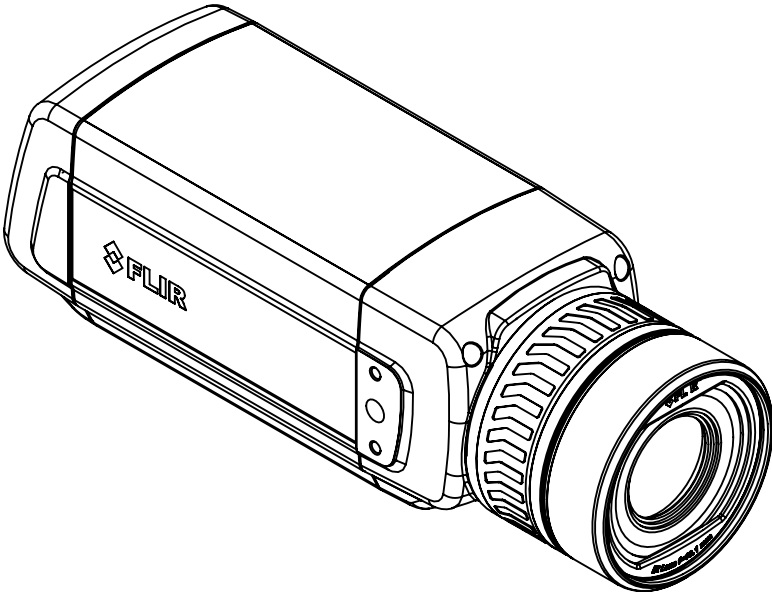


For additional dimensions see page 1



Modified 2012-04-18	Check CAHA	Drawn by R&D Thermography			
Denomination					
Basic dimensions FLIR A/SC 6xx			Size A3		Sheet 2(9)
			Scale 1:2		Size A
			Drawing No. T126925		

© 2012 FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions. Diversion contrary to US law is prohibited.

Camera with Lens IR f=13,1 mm (45°)

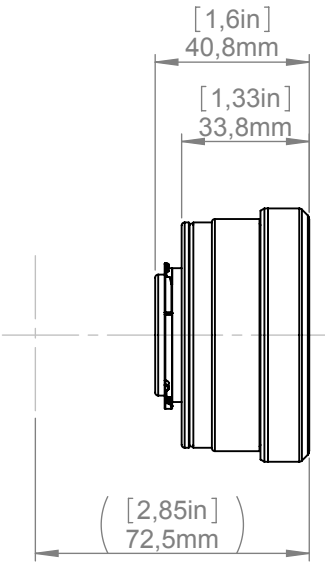
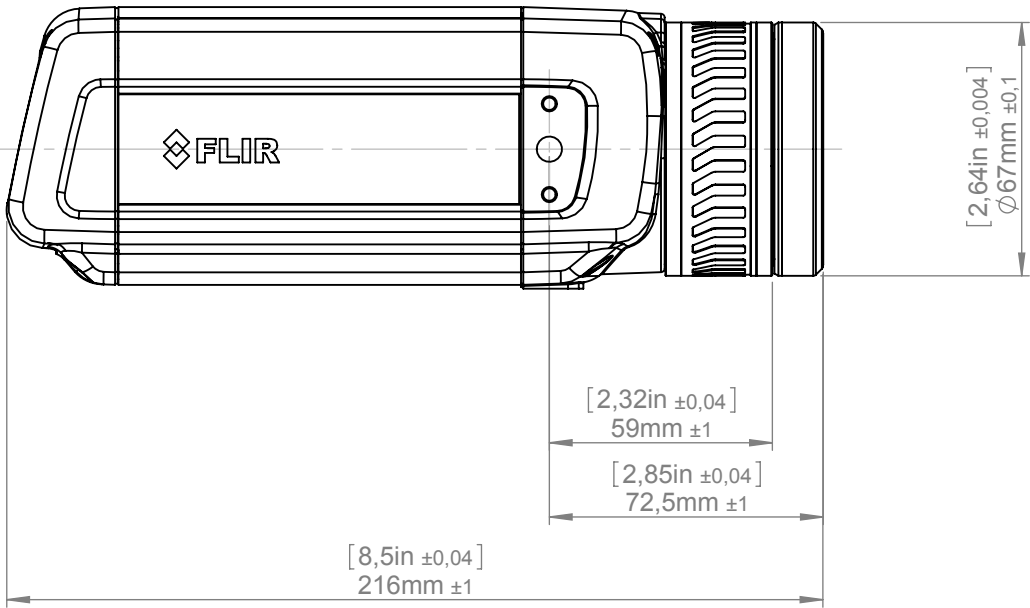
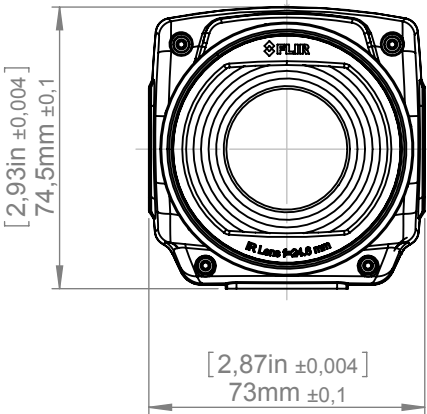
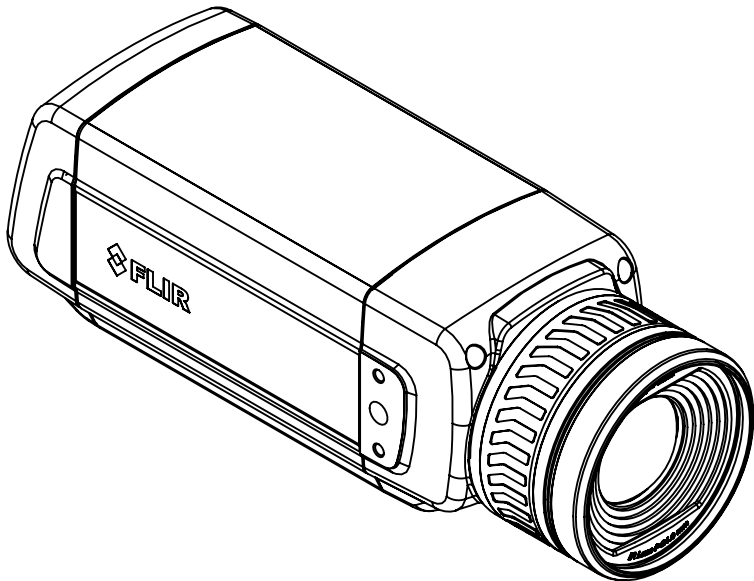


For additional dimensions see page 1



Modified 2012-04-18	Check CAHA	Drawn by R&D Thermography			
Denomination					
Basic dimensions FLIR A/SC 6xx			Size A3		Sheet 3(9)
			Scale 1:2		

© 2012 FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions. Diversion contrary to US law is prohibited.

Camera with Lens IR f=24,6 mm (25°)

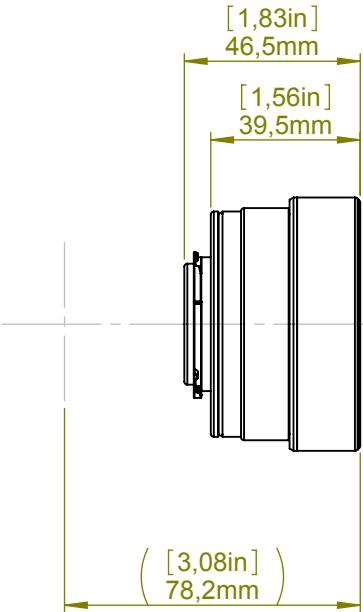
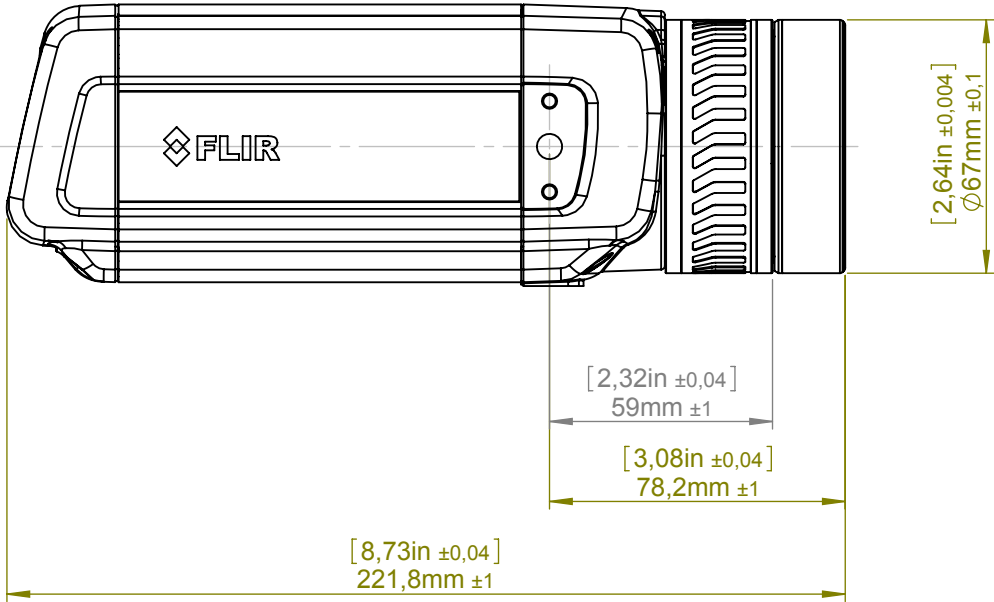
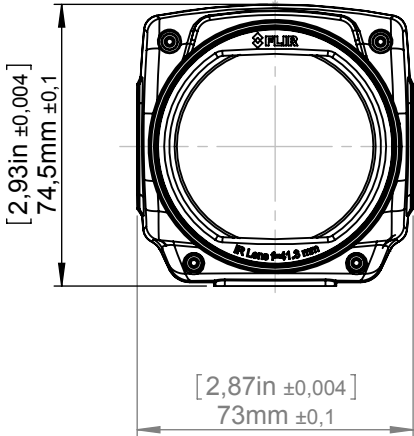
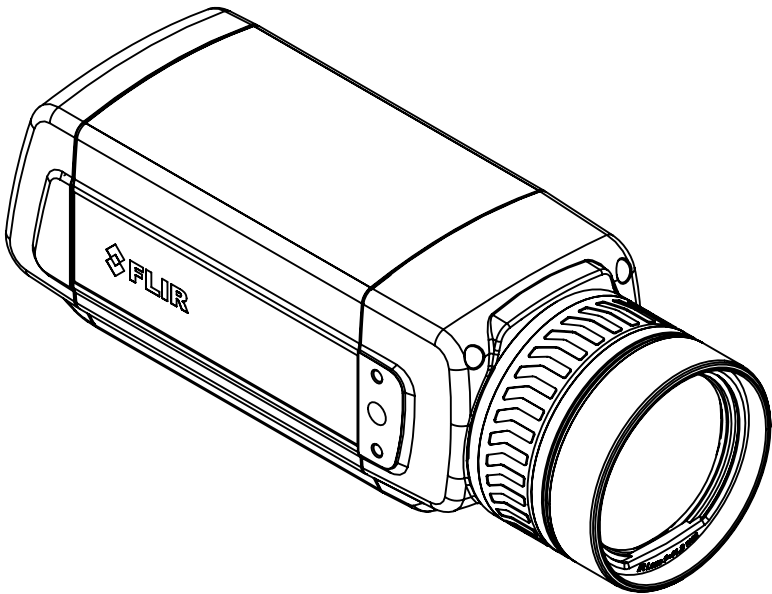


For additional dimensions see page 1



Modified 2012-04-18	Check CAHA	Drawn by R&D Thermography			
Denomination					
Basic dimensions FLIR A/SC 6xx			Size A3		Sheet 4(9)
			Scale 1:2		
			Drawing No. T126925		

© 2012 FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions. Diversion contrary to US law is prohibited.

Camera with Lens IR f=41,3 mm (15°)

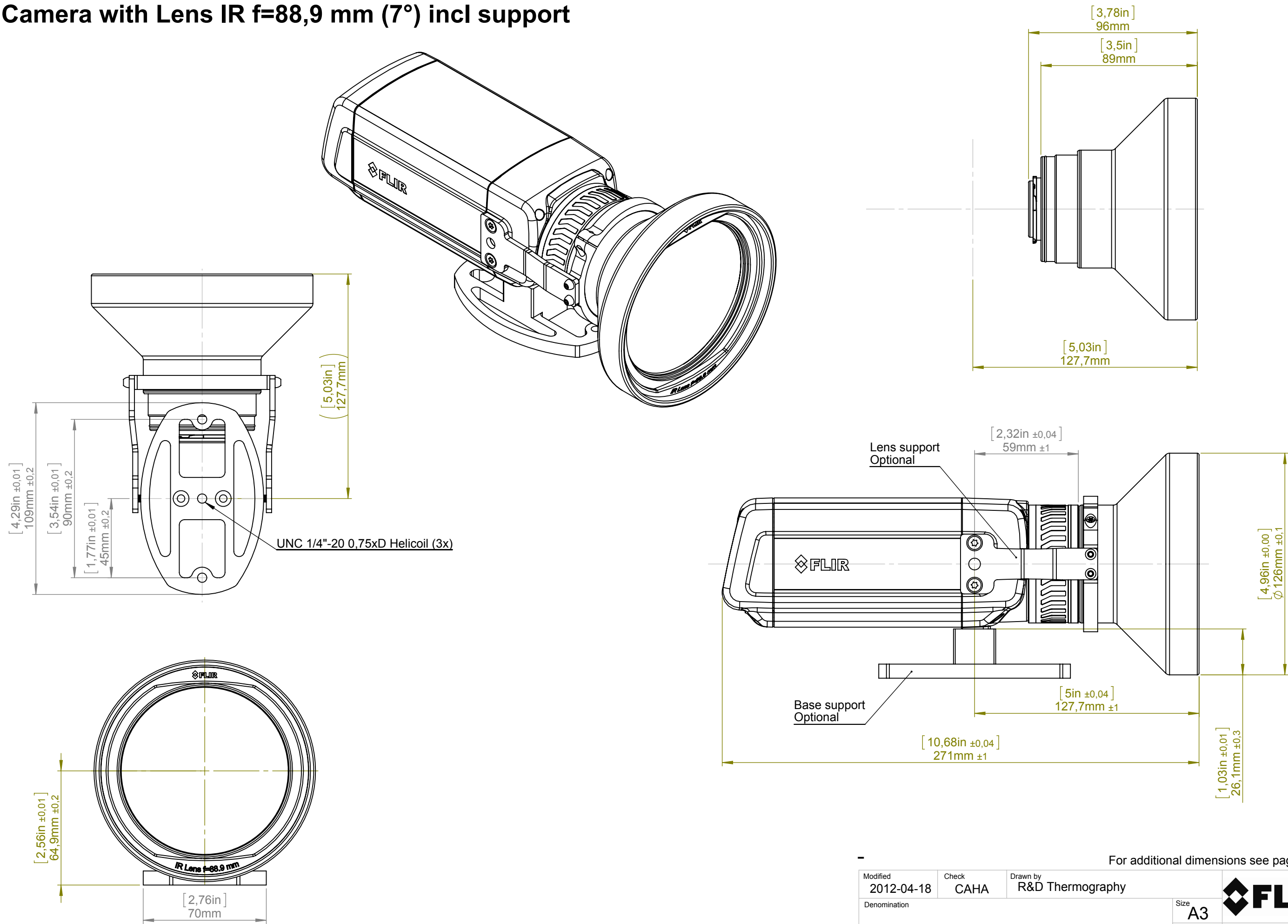


For additional dimensions see page 1

Modified 2012-04-18	Check CAHA	Drawn by R&D Thermography			
Denomination					
Basic dimensions FLIR A/SC 6xx			Size A3		Sheet 5(9)
			Scale 1:2		
			Drawing No. T126925		

© 2012 FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions. Diversion contrary to US law is prohibited.

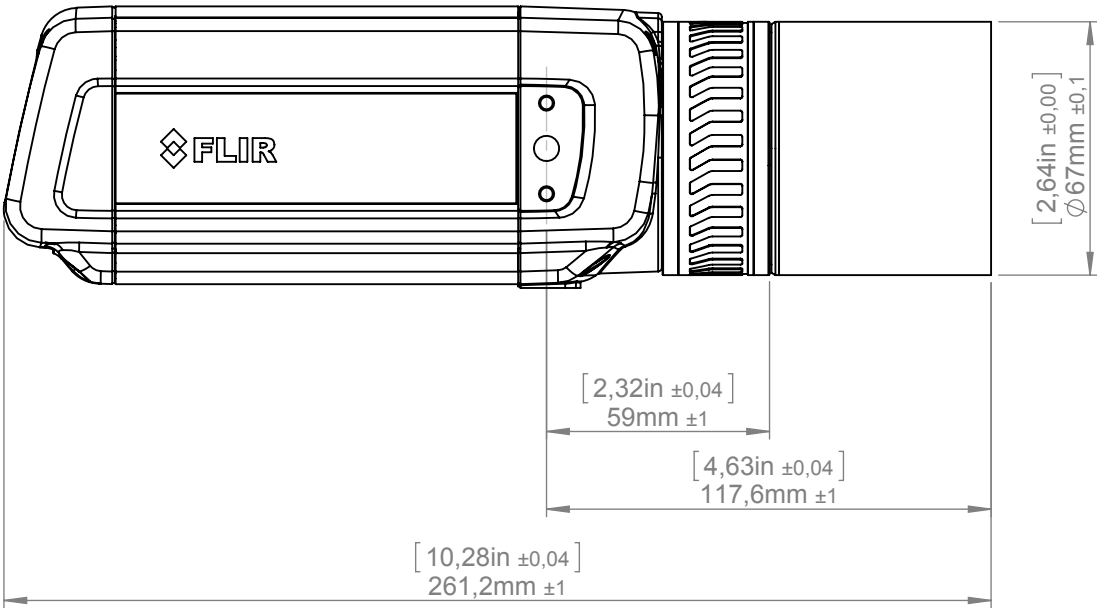
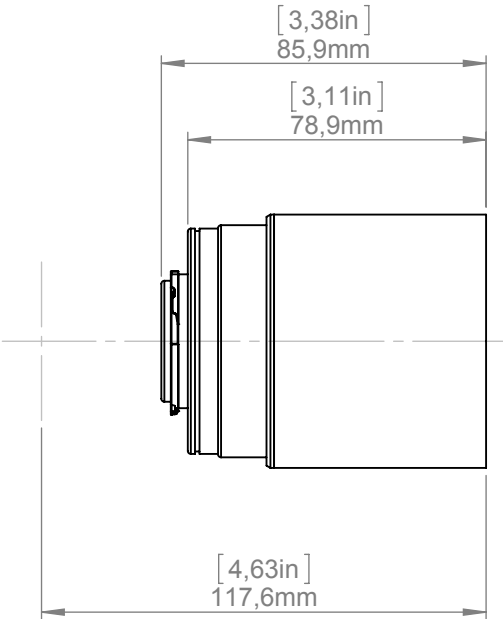
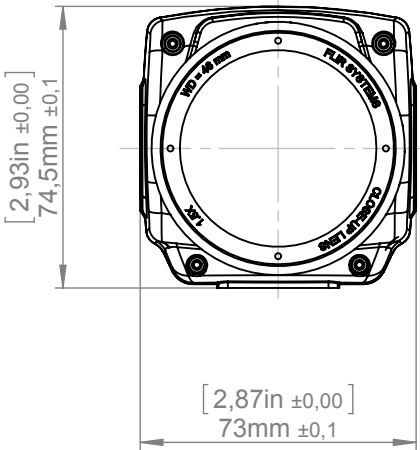
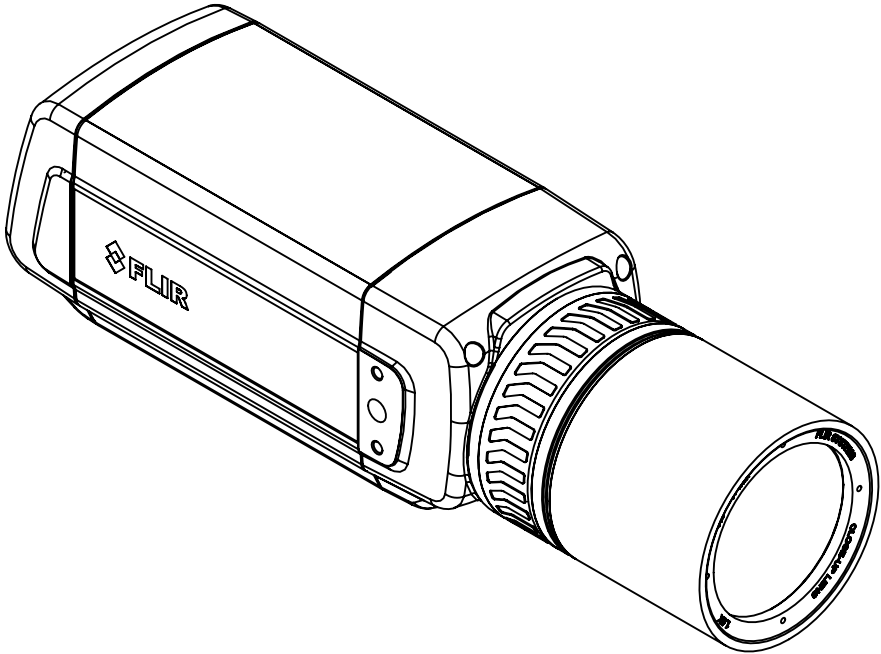
Camera with Lens IR f=88,9 mm (7°) incl support





For additional dimensions see page 1		
Modified 2012-04-18	Check CAHA	Drawn by R&D Thermography
Denomination		
Basic dimensions FLIR A/SC 6xx		
Size A3	Scale 1:2	Sheet 6(9)
Drawing No. T126925	Size A	

© 2012 FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions. Diversion contrary to US law is prohibited.

Camera with Close-up lens 1,5X (25 µm)

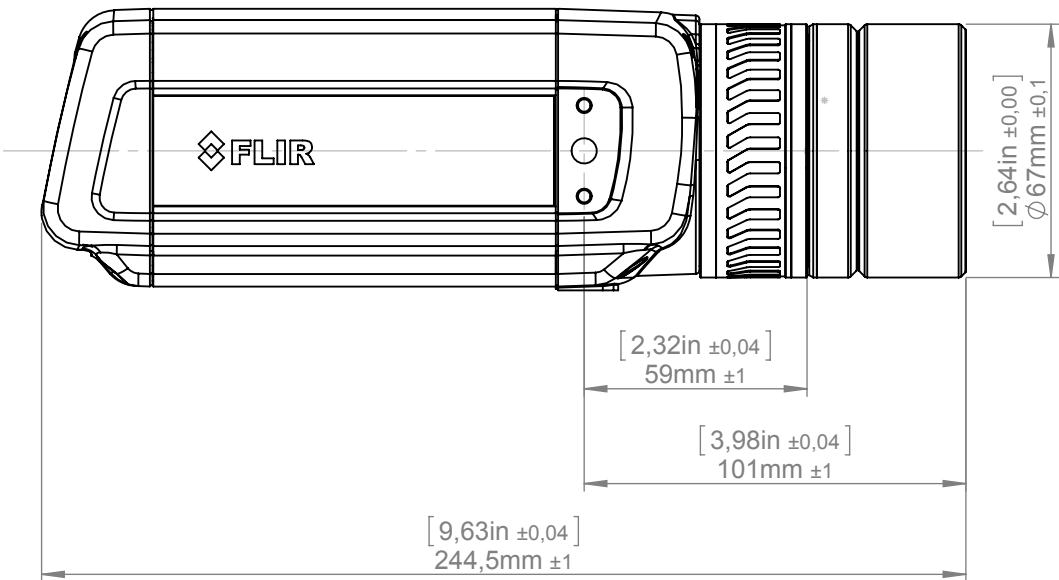
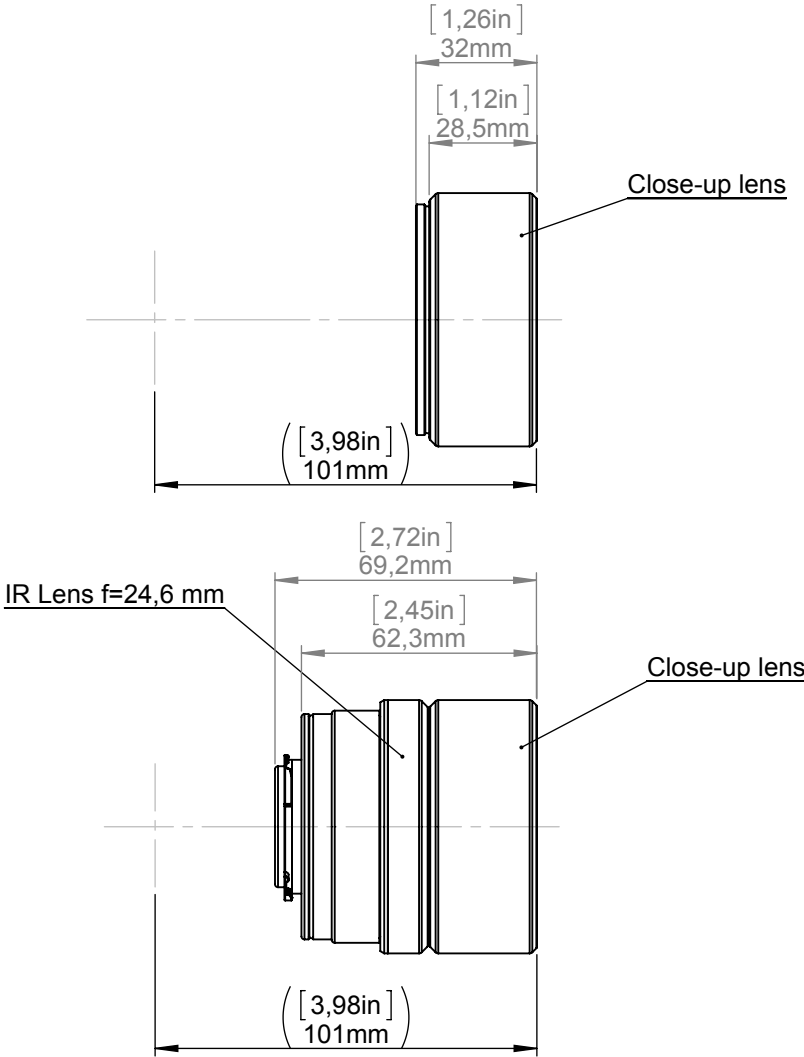
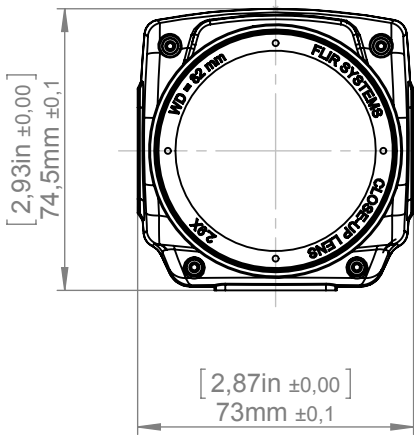
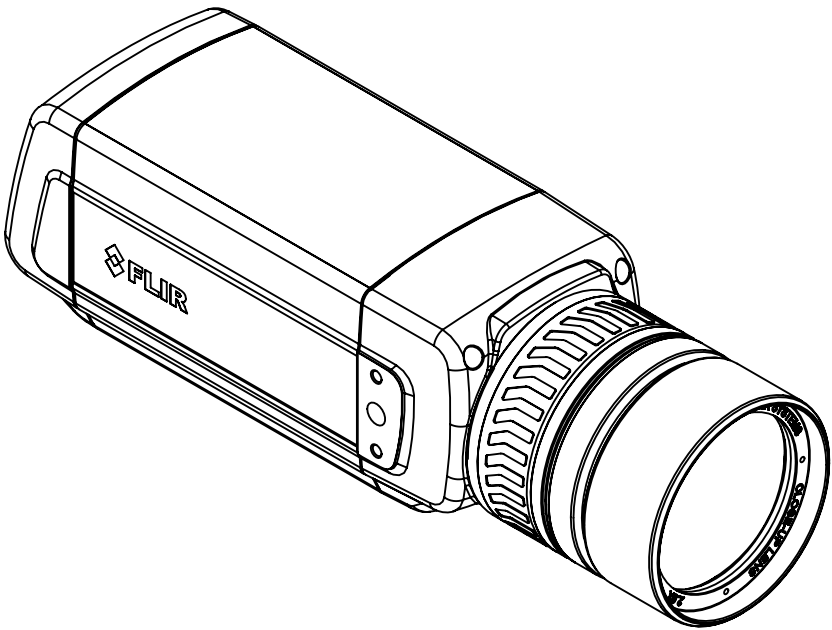


For additional dimensions see page 1



Modified 2012-04-18	Check CAHA	Drawn by R&D Thermography		
Denomination				
Basic dimensions FLIR A/SC 6xx			Size A3	
			Scale 1:2	 Sheet 7(9)
			Drawing No. T126925	
			Size A	

© 2012 FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions. Diversion contrary to US law is prohibited.

Camera with Close-up lens 2,9X (50 µm)

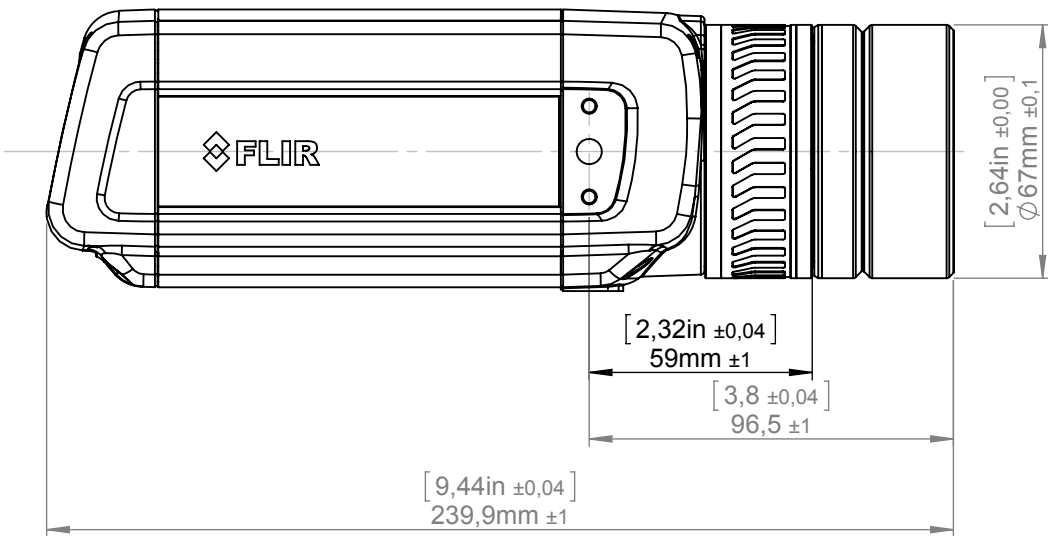
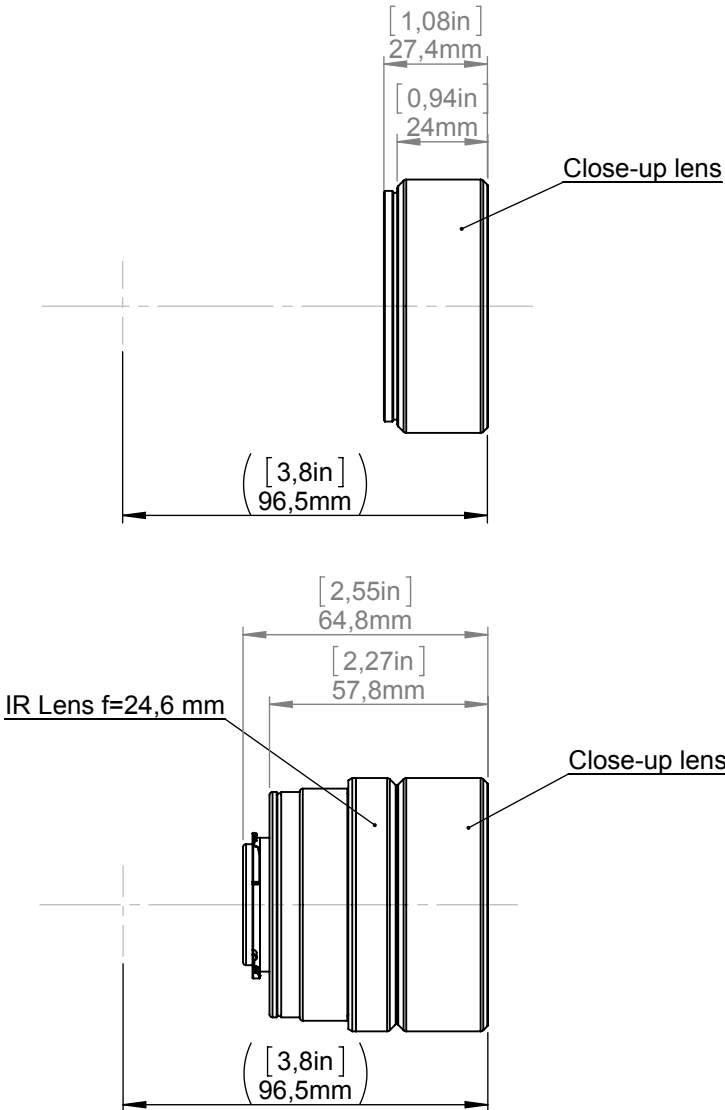
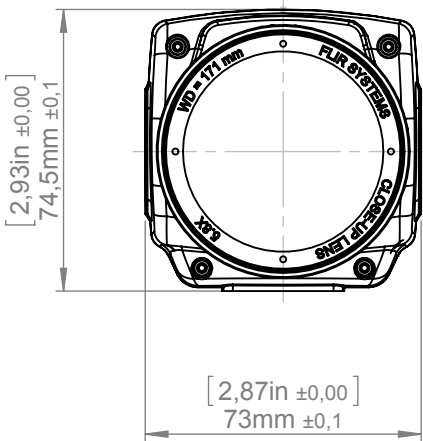
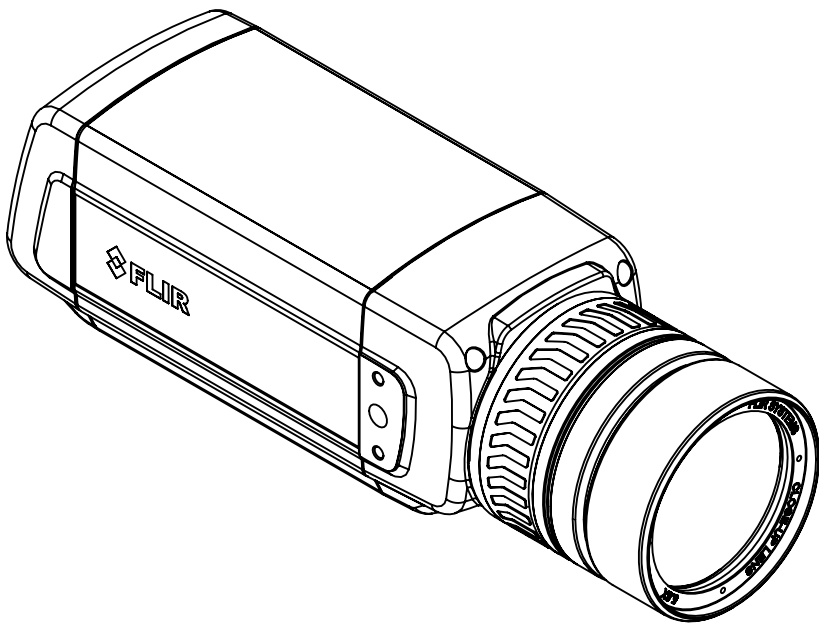


For additional dimensions see page 1



Modified 2012-04-18	Check CAHA	Drawn by R&D Thermography		
Denomination				
Basic dimensions FLIR A/SC 6xx			Size A3	
			Scale 1:2	 Sheet 8(9)
			Drawing No. T126925	
			Size A	

© 2012 FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions. Diversion contrary to US law is prohibited.

Camera with Close-up lens 5,8X (100 µm)

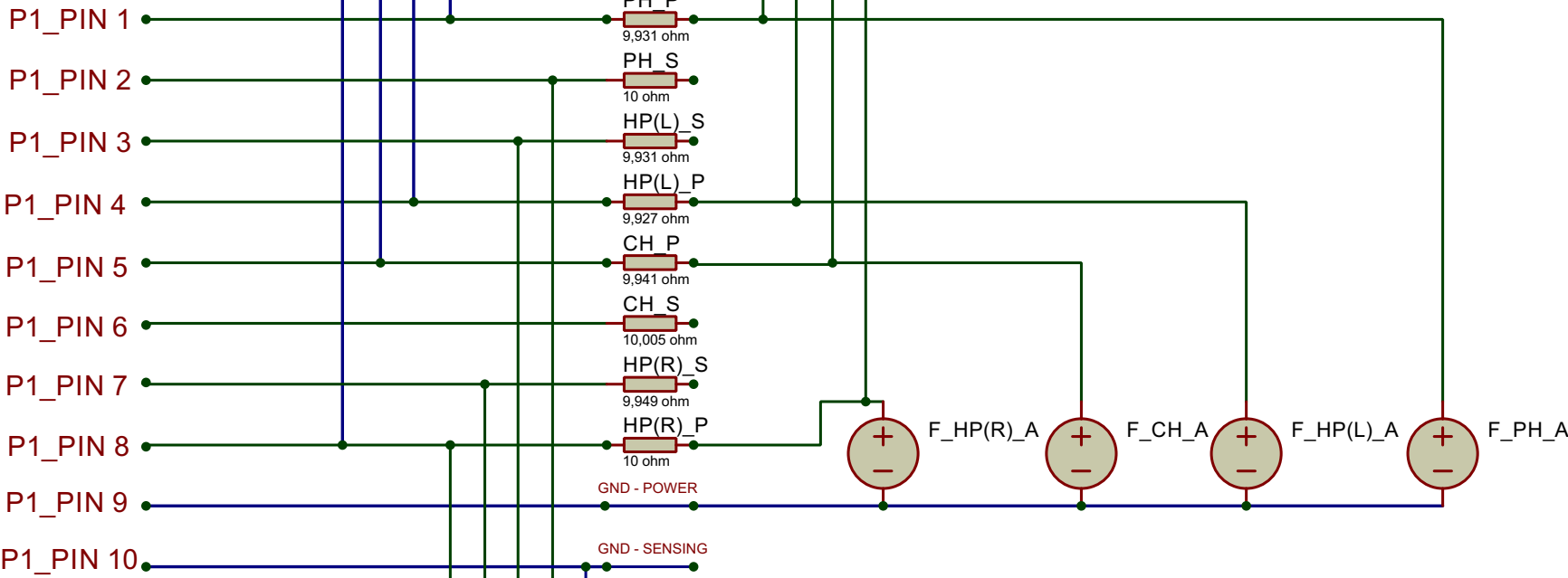


For additional dimensions see page 1

Modified 2012-04-18	Check CAHA	Drawn by R&D Thermography			
Denomination					
Basic dimensions FLIR A/SC 6xx			Size A3		Sheet 9(9)
			Scale 1:2		Size A
			Drawing No. T126925		

ANNEX XII: RECOLLIDA DE DADES EN EL BANC DE PROVES

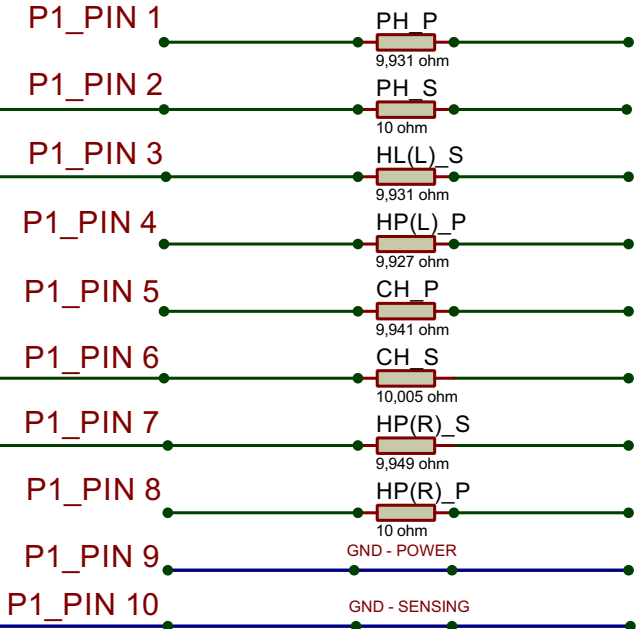
TTC_A



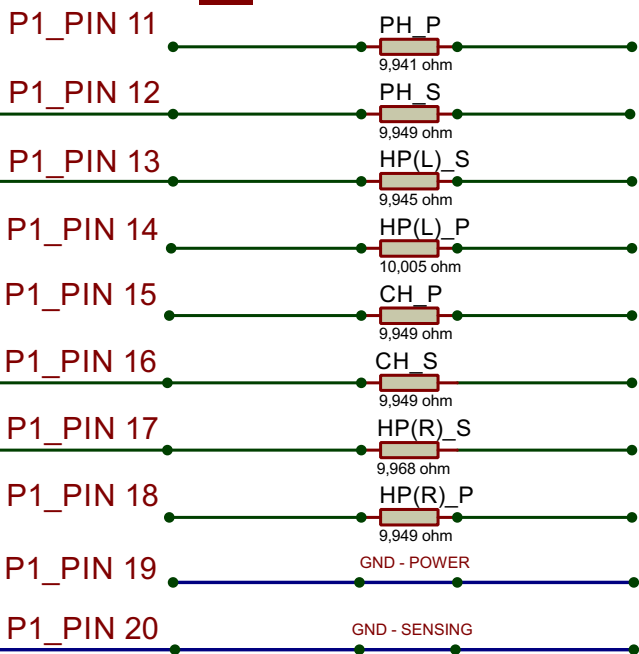
MULTIPLEXOR 1_34901 A	
1	CH1 - H
2	CH1 - L
3	CH2 - H
4	CH2 - L
5	CH3 - H
6	CH3 - L
7	CH4 - H
8	CH4 - L
9	CH5 - H
10	CH5 - L
11	CH6 - H
12	CH6 - L
13	CH7 - H
14	CH7 - L
15	CH8 - H
16	CH8 - L
17	CH9 - H
18	CH9 - L
19	CH10 - H
20	CH10 - L
21	CH11 - H
22	CH11 - L
23	CH12 - H
24	CH12 - L
25	CH13 - H
26	CH13 - L
27	CH14 - H
28	CH14 - L
29	CH15 - H
30	CH15 - L
31	CH16 - H
32	CH16 - L
33	CH17 - H
34	CH17 - L
35	CH18 - H
36	CH18 - L
37	CH19 - H
38	CH19 - L
39	CH20 - H
40	CH20 - L

MULTIPLEXOR 3_34901 A	
1	CH1 - H
2	CH1 - L
3	CH2 - H
4	CH2 - L
5	CH3 - H
6	CH3 - L
7	CH4 - H
8	CH4 - L
9	CH5 - H
10	CH5 - L
11	CH6 - H
12	CH6 - L
13	CH7 - H
14	CH7 - L
15	CH8 - H
16	CH8 - L
17	CH9 - H
18	CH9 - L
19	CH10 - H
20	CH10 - L
21	CH11 - H
22	CH11 - L
23	CH12 - H
24	CH12 - L
25	CH13 - H
26	CH13 - L
27	CH14 - H
28	CH14 - L
29	CH15 - H
30	CH15 - L
31	CH16 - H
32	CH16 - L
33	CH17 - H
34	CH17 - L
35	CH18 - H
36	CH18 - L
37	CH19 - H
38	CH19 - L
39	CH20 - H
40	CH20 - L

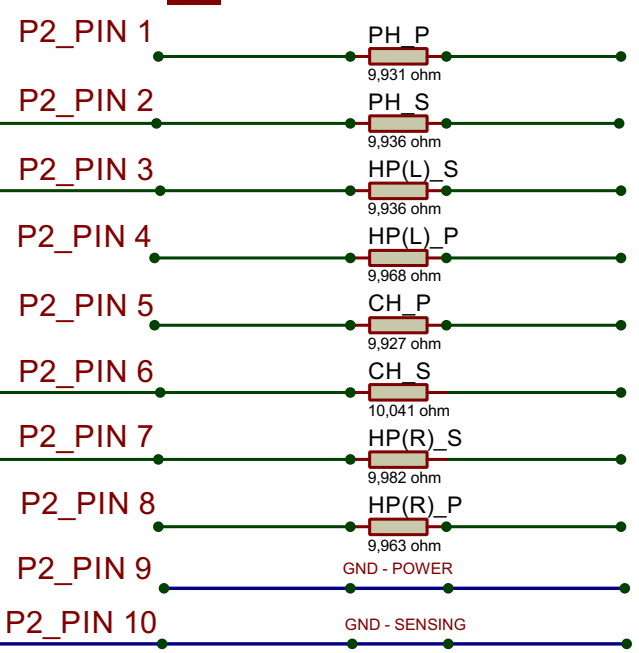
TTC_A



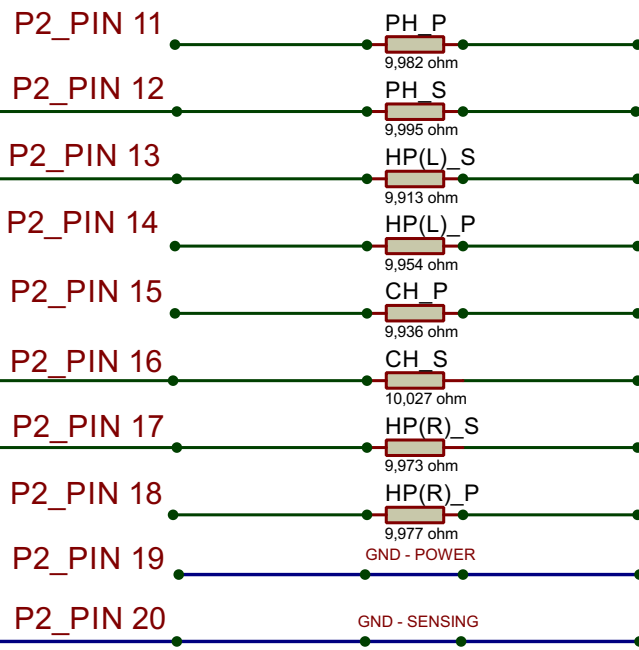
TTC_C



TTC_D



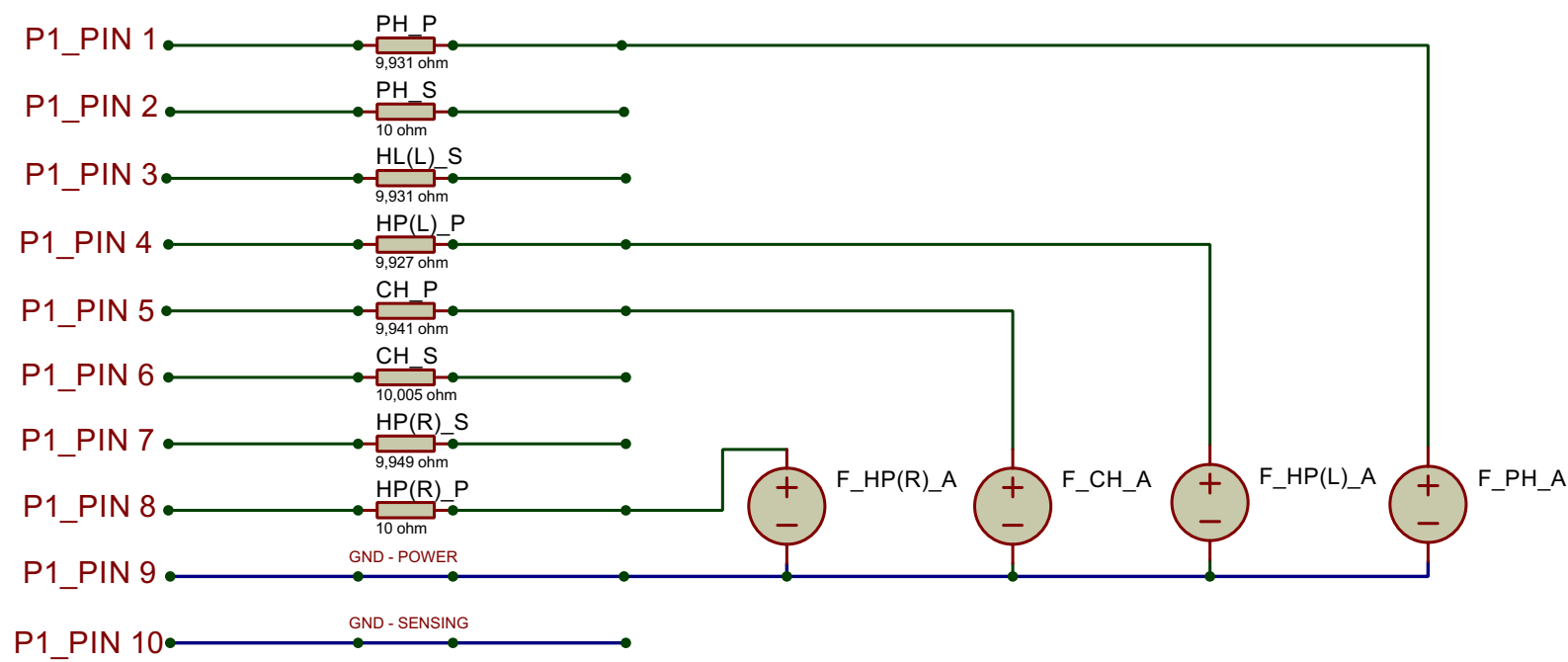
TTC_B



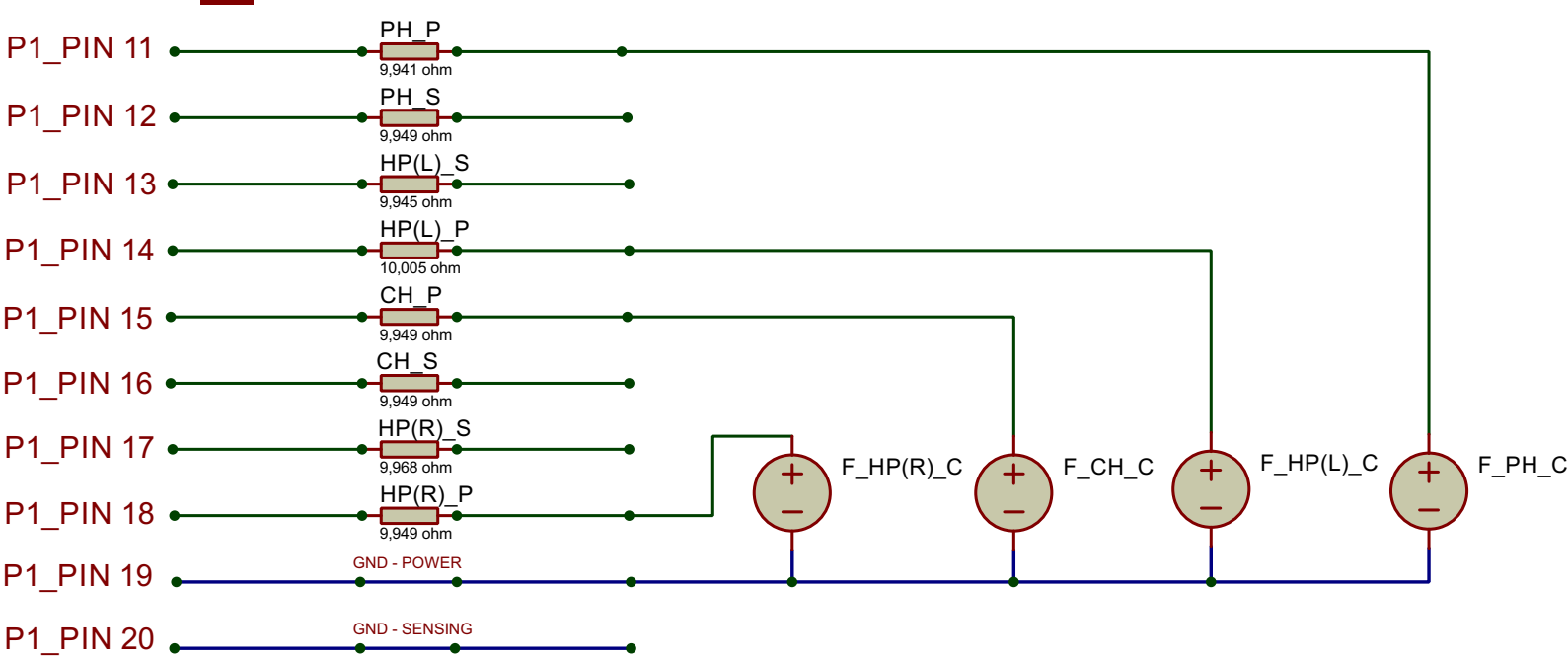
MULTIPLEXOR 3_34901 A

CH1 - H	1
CH1 - L	2
CH2 - H	3
CH2 - L	4
CH3 - H	5
CH3 - L	6
CH4 - H	7
CH4 - L	8
CH5 - H	9
CH5 - L	10
CH6 - H	11
CH6 - L	12
CH7 - H	13
CH7 - L	14
CH8 - H	15
CH8 - L	16
CH9 - H	17
CH9 - L	18
CH10 - H	19
CH10 - L	20
CH11 - H	21
CH11 - L	22
CH12 - H	23
CH12 - L	24
CH13 - H	25
CH13 - L	26
CH14 - H	27
CH14 - L	28
CH15 - H	29
CH15 - L	30
CH16 - H	31
CH16 - L	32
CH17 - H	33
CH17 - L	34
CH18 - H	35
CH18 - L	36
CH19 - H	37
CH19 - L	38
CH20 - H	39
CH20 - L	40

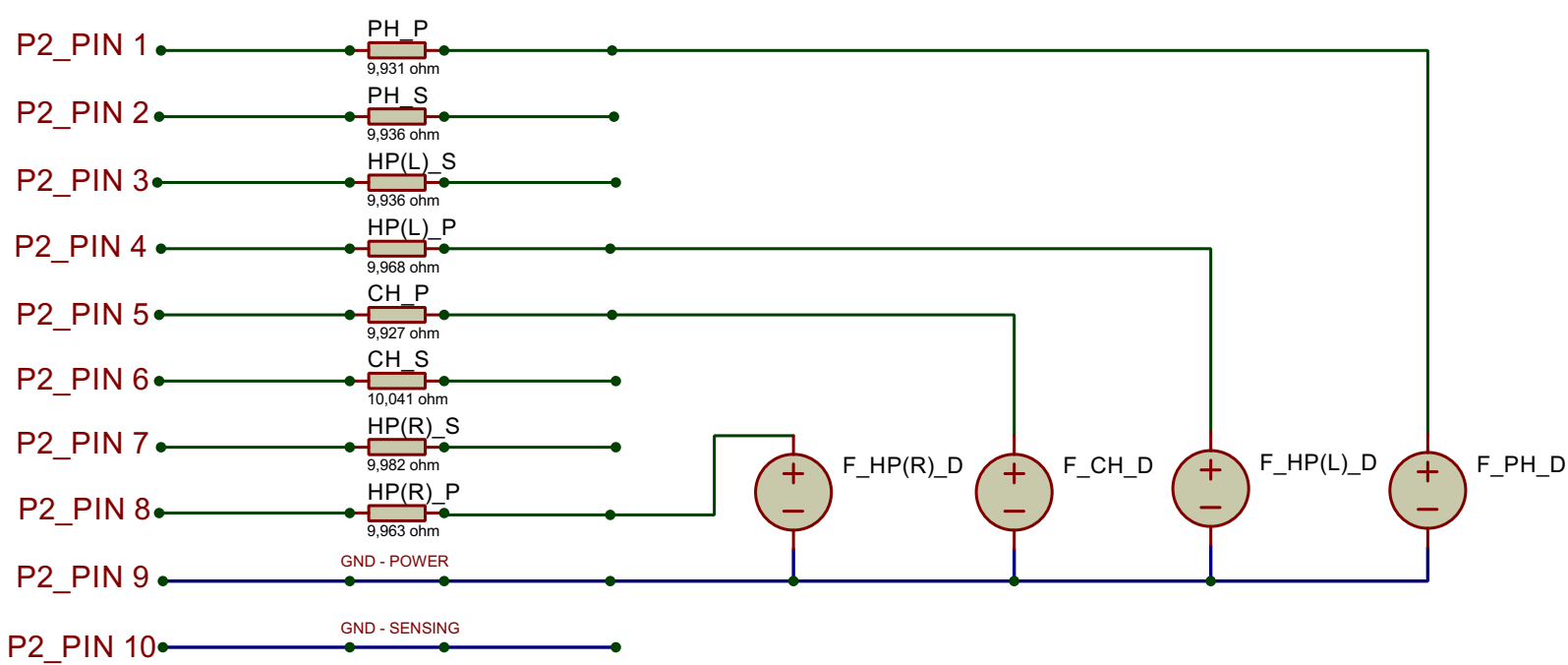
TTC_A



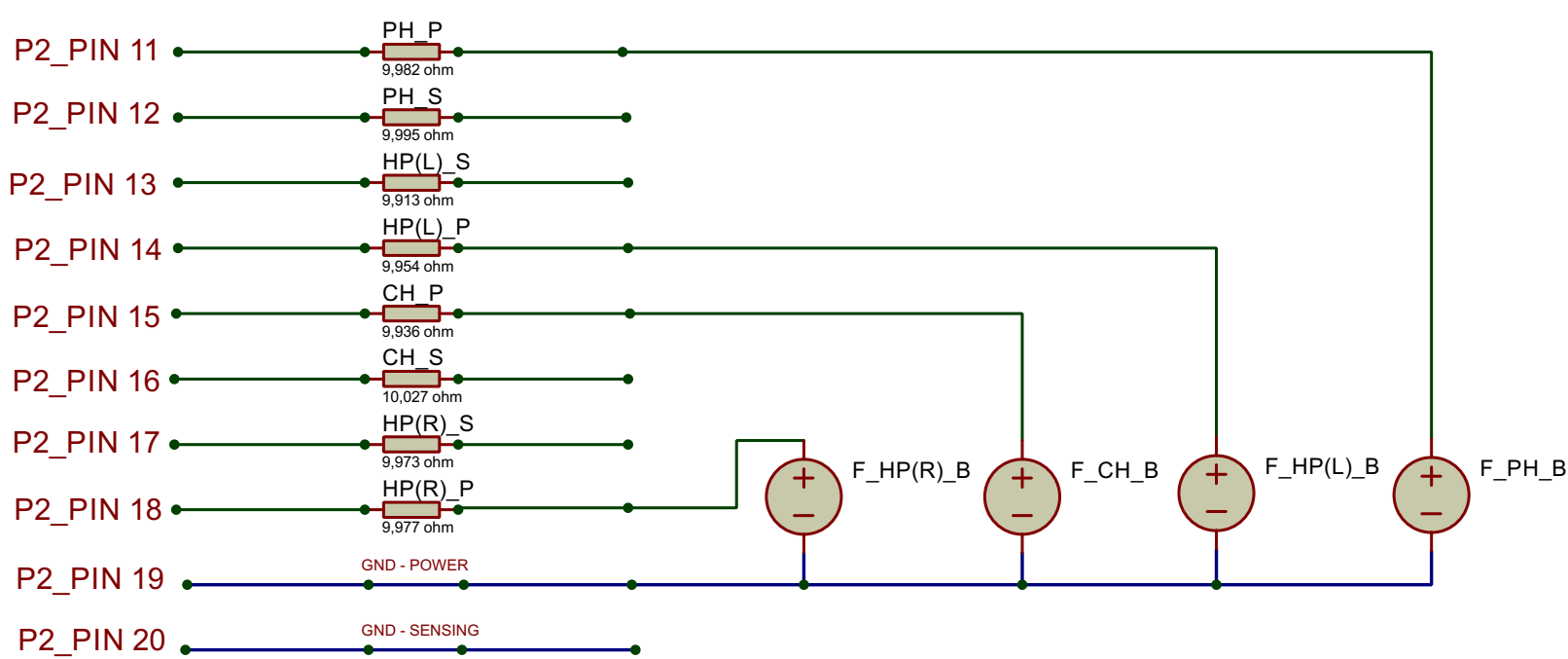
TTC_C

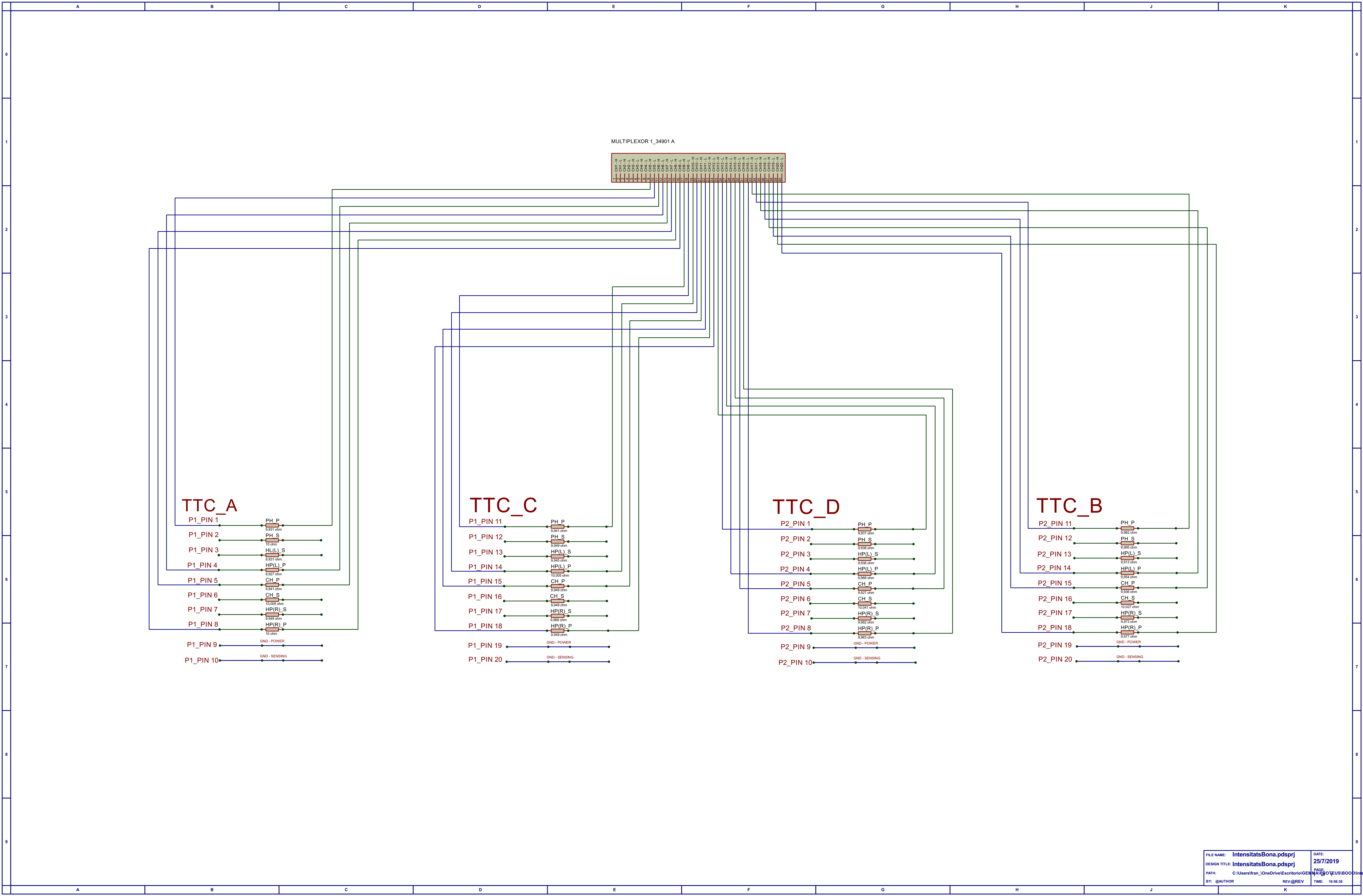


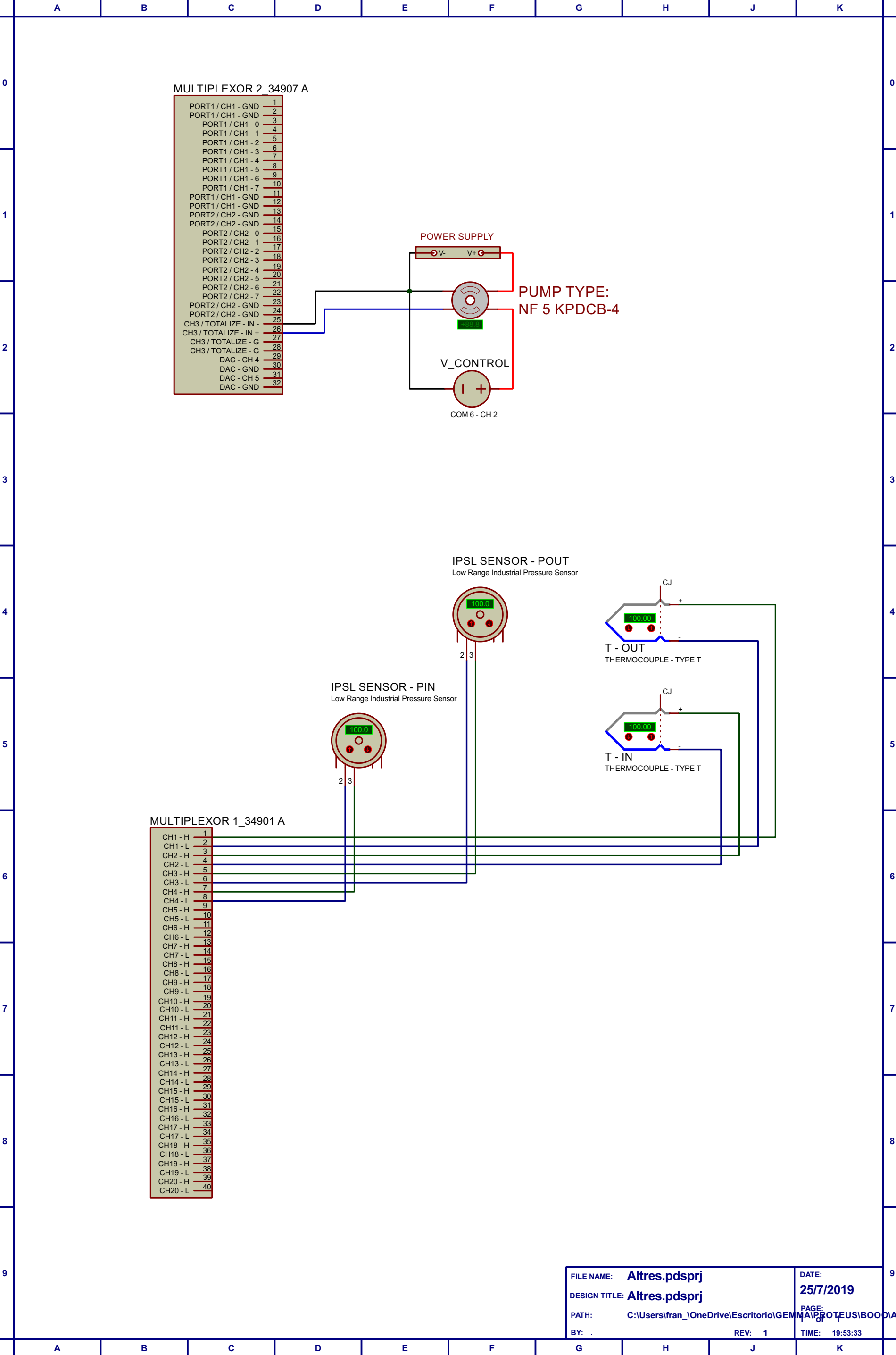
TTC_D



TTC_B







FILE NAME: Altres.pdsprj

DESIGN TITLE: Altres.pdsprj

PATH: C:\Users\fran_OneDrive\Escritorio\GEMMA\PROTEUS\BOOD\Altres.pdsprj

BY: .

DATE: 25/7/2019

PAGE: 1

TIME: 19:53:33

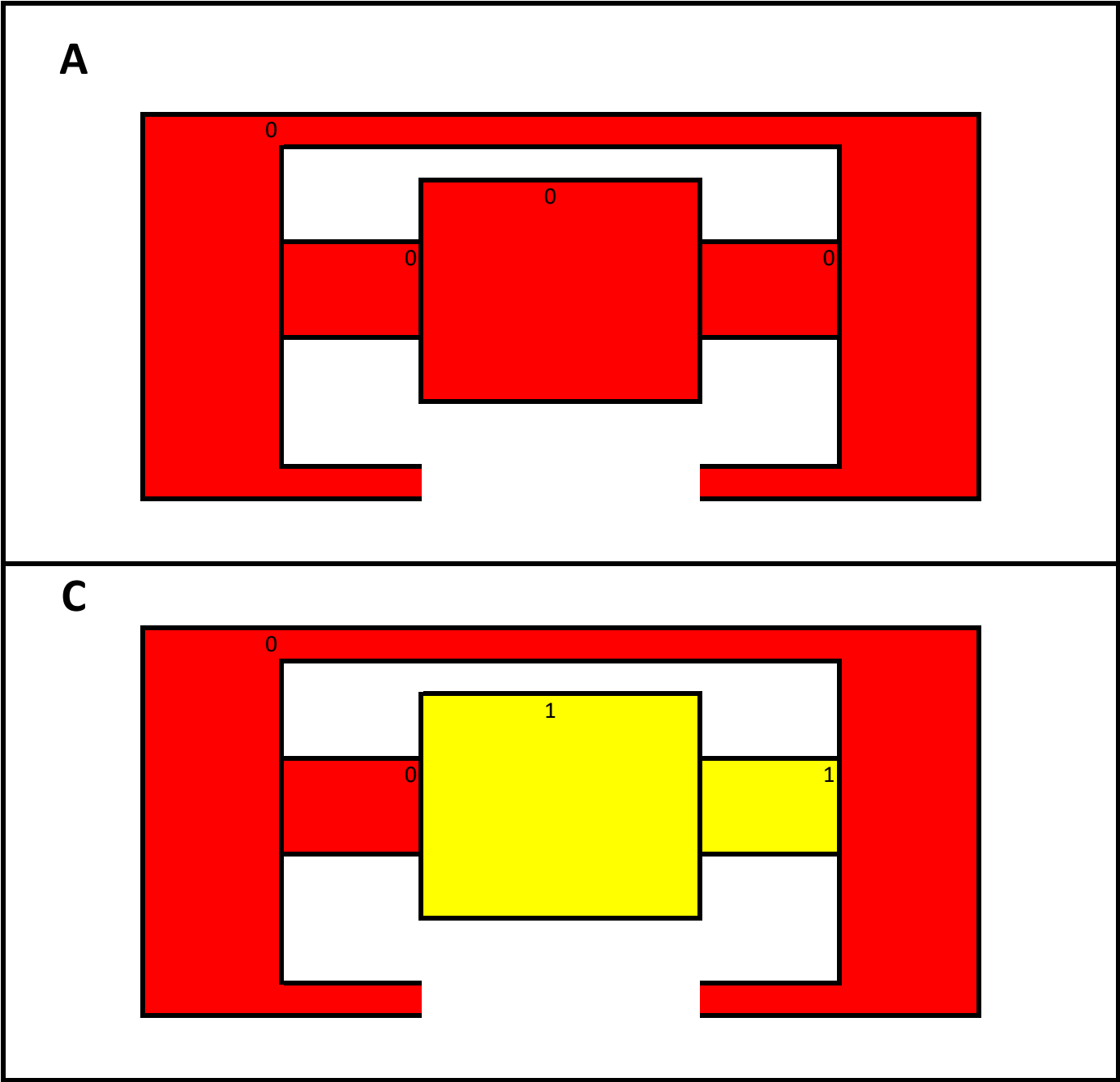
ANNEX XIII: RESULTATS CARACTERITZACIONS ELÈCTRIQUES

		TTC1 (A)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
	20 °C	off	off	off	off	off	off	36.9668246	off	2.17391304
	30 °C	off	off	off	off	off	off	off	off	2.24025974
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	2.04
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	2.17
α''	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.007
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00305
Equation	(Ω)									R = 2,17 · [1 + 0,00305 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	(A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

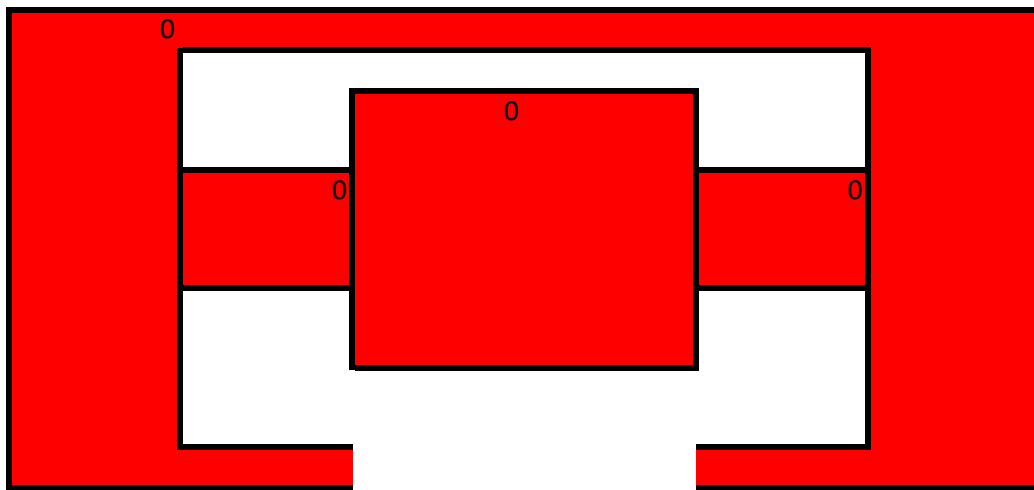
		TTC3 (C)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		off	off	off	off	851.788756	off	6.99432892	off	1.60680529
30 °C		off	off	off	off	11522.7273	off	8.28292229	off	1.65815142
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-20490.09	#DIV/0!	4.42	#DIV/0!	1.50
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	851.79	#DIV/0!	6.99	#DIV/0!	1.61
α''	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1067.094	#DIV/0!	0.129	#DIV/0!	0.005
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.25277	#DIV/0!	0.01842	#DIV/0!	0.00320
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 851,79 · [1 + 1,25277 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	R = 6,99 · [1 + 0,01842 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	R = 1,61 · [1 + 0,0032 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1	#DIV/0!	1	#DIV/0!	1
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	237.425831	-	3.16449886	-	-
I	(A)	-	-	-	-	0.020605	-	0.38205101	-	-

		TTC_4 (D)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		862.306368	off	530.831099	510.309278	off	off	off	476.878613	1111.11111
30 °C		967.117988	off	off	off	off	off	off	off	20.6378987
R0 [0°C]	(Ω)	652.68	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	3292.06
R0 [20°C]	(Ω)	862.3	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1111.11
α''	(Ω/°C)	10.481	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109.047
α	(1/°C)	0.01215	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-0.09814
Equation	(Ω)	R = 862,3 · [1 + 0,01215 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1111,11 · [1 + - 0,09814 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	91.0799169	-	-	-	-	-	-	-	-
I	(A)	0.09417663	-	-	-	-	-	-	-	-

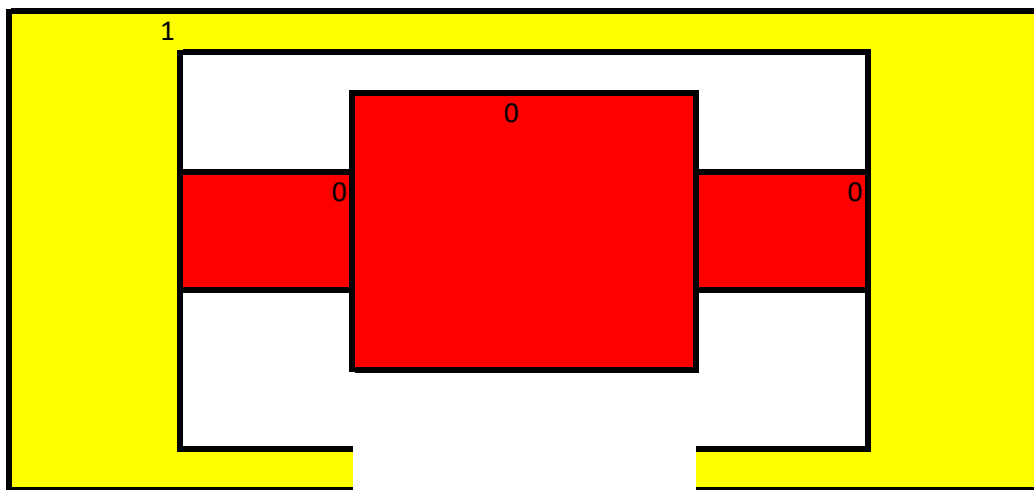
		TTC_2 (B)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
	20 °C	off	off	off	off	945.179584	off	off	off	off
	30 °C	off	off	off	off	off	off	off	off	off
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	(A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-



B



D

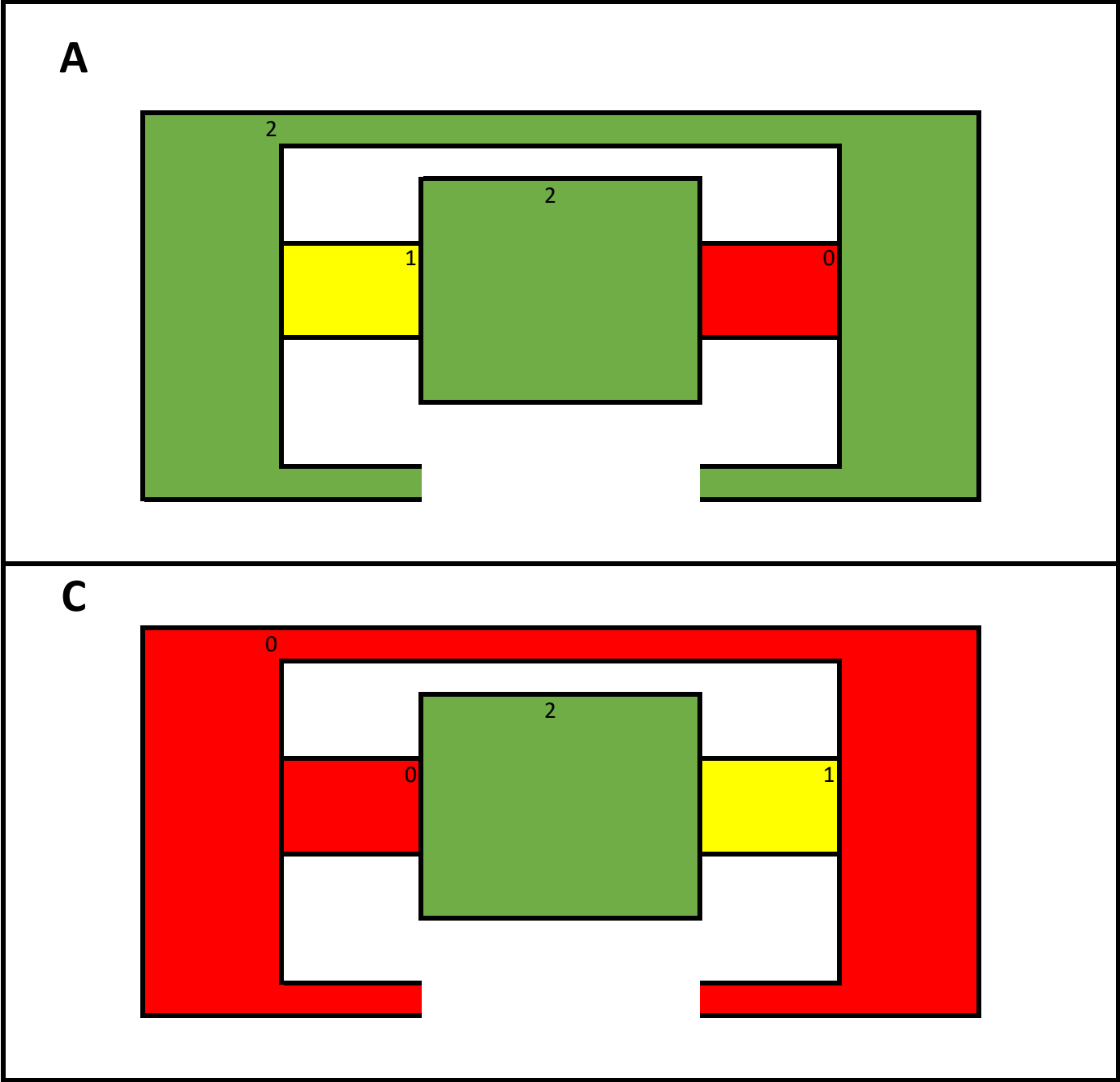


		TTC1 (A)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		720	725.475842	430.201932	#DIV/0!	691.823899	701.133144	12.5117592	67.2624647	1.37640449
30 °C		742.878561	747.924528	444.293478	#DIV/0!	713.770728	723.886048	11.9514472	68.3913452	1.41110066
40 °C		765.506808	770.167428	457.665904	#DIV/0!	736.880466	746.125461	#DIV/0!	#DIV/0!	1.4631245
R0 [0°C]	(Ω)	674.53	680.82	402.86	#DIV/0!	646.57	656.23	#DIV/0!	#DIV/0!	1.29
R0 [20°C]	(Ω)	720.03	725.51	430.32	#DIV/0!	691.63	701.22	#DIV/0!	#DIV/0!	1.37
α"	(Ω/°C)	2.275	2.235	1.373	#DIV/0!	2.253	2.250	#DIV/0!	#DIV/0!	0.004
α	(1/°C)	0.00316	0.00308	0.00319	#DIV/0!	0.00326	0.00321	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00316
Equation	(Ω)	R = 720,03 · [1 + 0,00316 · (T - 20°C)]	R = 725,51 · [1 + 0,00308 · (T - 20°C)]	R = 430,32 · [1 + 0,00319 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	R = 691,63 · [1 + 0,00326 · (T - 20°C)]	R = 701,22 · [1 + 0,00321 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1,37 · [1 + 0,00316 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.99998991	0.99999293	0.99977152	#DIV/0!	0.999778	0.99995658	#DIV/0!	#DIV/0!	0.98686653
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	81.0321615	81.2784604	23.5227141	-	60.0411288	60.4165965	-	-	-
I	(A)	0.10585427	0.1055335	0.05139713	-	0.08148015	0.08097378	-	-	-

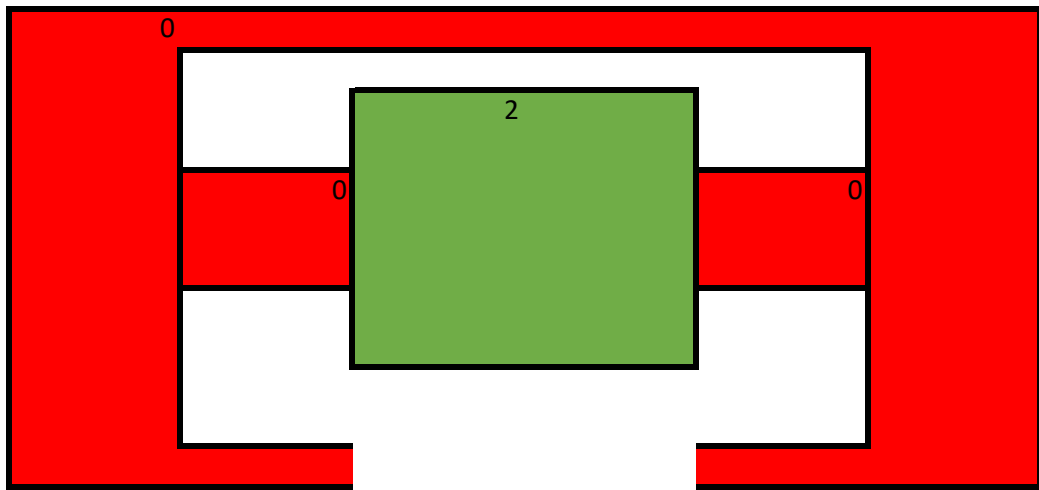
		TTC3 (C)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	7.13483146	25.7518797	#DIV/0!	3.59287054	1.37300843
30 °C		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	7.32394366	26.4595104	#DIV/0!	3.57478833	1.40977444
40 °C		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	840.6639	863.597613	#DIV/0!	26.9968051	1.46343402
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-965.25	-951.50	#DIV/0!	-23.72	1.28
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-131.72	-113.65	#DIV/0!	-0.31	1.37
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	41.676	41.892	#DIV/0!	1.170	0.005
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-0.31639	-0.36860	#DIV/0!	-3.72897	0.00330
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = -131,72 · [1 + - 0,31639 · (T - 20°C)]	R = -113,65 · [1 + -0,3686 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	R = -0,31 · [1 + -3,72897 · (T - 20°C)]	R = 1,37 · [1 + 0,0033 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.75017016	0.75063344	#DIV/0!	0.74942054	0.98849951
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	64.1300422	64.9989054	-	5.71306725	-
I	(A)	-	-	-	-	0.076285	0.07526527	-	0.21162012	-

		TTC_4 (D)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		#DIV/0!	#DIV/0!	410.138249	392.771084	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.42857143
30 °C		#DIV/0!	#DIV/0!	423.875433	405.887231	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.33458647
40 °C		#DIV/0!	#DIV/0!	437.445319	419.111484	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.45333333
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	382.86	366.41	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.37
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	410.17	392.75	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.39
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	1.365	1.317	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.001
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00333	0.00335	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00089
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 410,17 · [1 + 0,00333 · (T - 20°C)]	R = 392,75 · [1 + 0,00335 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1,39 · [1 + 0,00089 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99998749	0.99999439	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.039059
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	22.997204	22.5101262	-	-	-	-	-

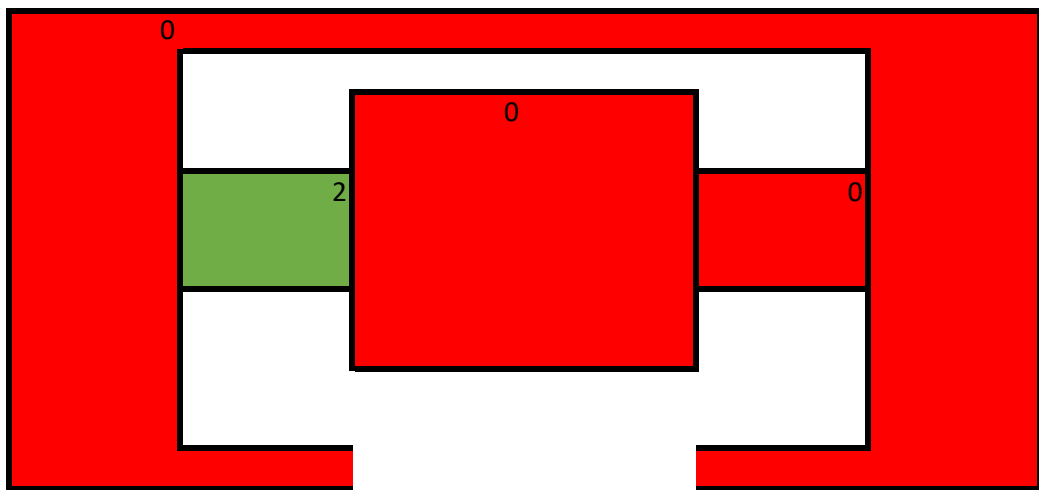
I	(A)	-	-	0.05257161	0.05370916	-	-	-	-	-
		TTC_2 (B)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	784.189723	794.235388	#DIV/0!	#DIV/0!	1.28277154
30 °C		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	807.81759	818.481848	#DIV/0!	#DIV/0!	1.33677298
40 °C		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	832.374692	843.46378	#DIV/0!	#DIV/0!	1.38582677
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	735.85	744.88	#DIV/0!	#DIV/0!	1.18
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	784.03	794.11	#DIV/0!	#DIV/0!	1.28
α''	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	2.409	2.461	#DIV/0!	#DIV/0!	0.005
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00307	0.00310	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00401
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 784,03 · [1 + 0,00307 · (T - 20°C)]	R = 794,11 · [1 + 0,0031 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1,28 · [1 + 0,00401 · (T - 20°C)]
R²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99987605	0.9999256	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99923228
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	63.8130878	64.2367478	-	-	-
I	(A)	-	-	-	-	0.0766639	0.07615828	-	-	-



B



D



		TTC1 (A)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
	20 °C	736.377025	off	52.222918	27.688048	730.46019	739.0983	489.614243	455.591348	
	30 °C	759.484067	off	54.2635659	29.7812936	753.76506	762.957317	506.632653	471.035138	
	50 °C	801.441153	off	57.3748309	30.7405682	797.609562	807.909605	537.547272	499.245852	
	60 °C	off	off	58.8927336	31.2063344	824.013158	off	off	515.827711	
	45 °C	798.882682	off	58.4254144	30.274802	790.055249	off	off	493.538767	
R0 [0°C]	(Ω)	693.81	#DIV/0!	48.97	26.27	686.22	693.75	458.25	427.00	#DIV/0!
R0 [20°C]	(Ω)	736.99	#DIV/0!	52.36	28.15	730.86	739.49	490.06	455.97	#DIV/0!
α"	(Ω/°C)	2.159	#DIV/0!	0.169	0.094	2.232	2.287	1.590	1.449	#DIV/0!
α	(1/°C)	0.00293	#DIV/0!	0.00324	0.00334	0.00305	0.00309	0.00325	0.00318	#DIV/0!
Equation	(Ω)	R = 736,99 · [1 + 0,00293 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	R = 52,36 · [1 + 0,00324 · (T - 20°C)]	R = 28,15 · [1 + 0,00334 · (T - 20°C)]	R = 730,86 · [1 + 0,00305 · (T - 20°C)]	R = 739,49 · [1 + 0,00309 · (T - 20°C)]	R = 490,06 · [1 + 0,00325 · (T - 20°C)]	R = 455,97 · [1 + 0,00318 · (T - 20°C)]	#DIV/0!
R ²	(-)	0.9994051	#DIV/0!	0.99500737	0.84734569	0.99976507	0.99977622	0.9994104	0.99947774	#DIV/0!
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	8.43808716	6.14234958	63.4917649	-	-	24.9726992	-
I	(A)	-	-	0.14327892	0.19683022	0.07705188	-	-	0.04841287	-

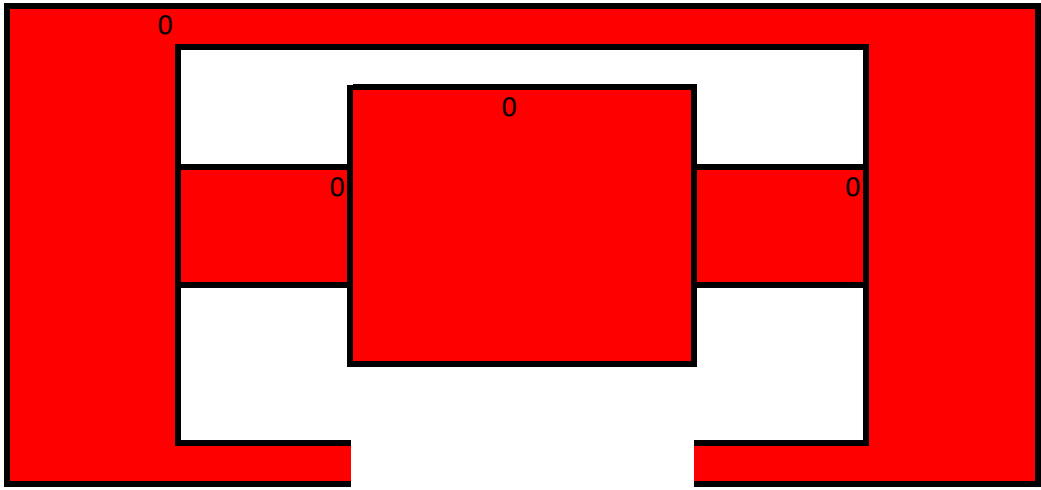
		TTC3 (C)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
	20 °C	940.733772	947.867299	0	573.913043	off	off	669.824087	632.847178	
	30 °C	970.98646	977.604674	619.254658	594.982079	off	off	28.0373832	88.5826772	
	50 °C	1023.44546	1030.80082	655.28562	629.419192	off	off	22.3671948	92.1320832	
	60 °C	off	off	off	off	off	off	off	off	
	45 °C	1019.28934	off	off	off	off	off	29.1375291	off	
R0 [0°C]	(Ω)	887.13	893.77	-207.81	538.38	#DIV/0!	#DIV/0!	858.05	785.31	#DIV/0!
R0 [20°C]	(Ω)	941.88	948.76	171.78	575.01	#DIV/0!	#DIV/0!	487.27	476.84	#DIV/0!
α"	(Ω/°C)	2.738	2.750	18.980	1.832	#DIV/0!	#DIV/0!	-18.539	-15.424	#DIV/0!
α	(1/°C)	0.00291	0.00290	0.11049	0.00319	#DIV/0!	#DIV/0!	-0.03805	-0.03235	#DIV/0!
Equation	(Ω)	R = 941,88 · [1 + 0,00291 · (T - 20°C)]	R = 948,76 · [1 + 0,0029 · (T - 20°C)]	R = 171,78 · [1 + 0,11049 · (T - 20°C)]	R = 575,01 · [1 + 0,00319 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 487,27 · [1 + - 0,03805 · (T - 20°C)]	R = 476,84 · [1 + - 0,03235 · (T - 20°C)]	#DIV/0!
R ²	(-)	0.99867975	0.99920249	0.61943344	0.99730231	#DIV/0!	#DIV/0!	0.5789594	0.56581604	#DIV/0!
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	(A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

		TTC_4 (D)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
	20 °C	off	off	off	off	off	off	off	off	off
	30 °C	off	off	off	off	off	off	off	off	off
	50 °C	off	off	off	off	off	off	off	off	off
	60 °C	off	off	off	off	off	off	off	off	off
	45 °C	off	off	off	off	off	off	off	off	off
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-

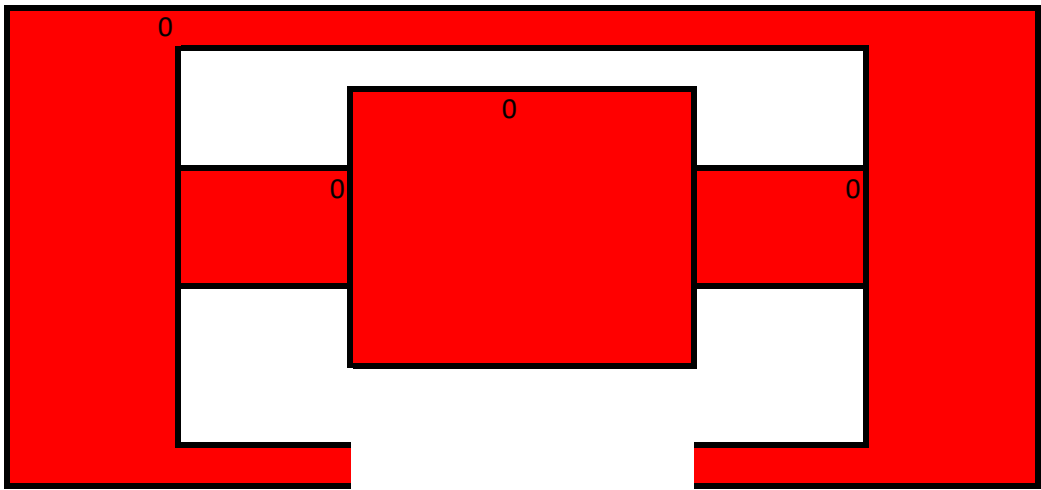
V	(V)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	(A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

		TTC_2 (B)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
		Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403
	20 °C	769.230769	773.993808	506.891271	486.751717	755.287009	764.525994	495.261845	459.221501	
	30 °C	792.557403	798.245614	520.778538	501.76857	778.382582	788.188976	510.539846	473.960822	
	50 °C	off	off	off	off	826.051113	836.39399	75.0638298	off	
	60 °C	off	off	off	off	off	off	off	off	
	45 °C	off	off	off	off	821.985234	off	114.197531	off	
R0 [0°C]	(Ω)	722.58	725.49	479.12	456.72	707.83	716.45	864.16	429.74	#DIV/0!
R0 [20°C]	(Ω)	769.23	773.99	506.89	486.75	755.08	764.40	561.84	459.22	#DIV/0!
α"	(Ω/°C)	2.333	2.425	1.389	1.502	2.362	2.398	-15.116	1.474	#DIV/0!
α	(1/°C)	0.00303	0.00313	0.00274	0.00309	0.00313	0.00314	-0.02690	0.00321	#DIV/0!
Equation	(Ω)	R = 769,23 · [1 + 0,00303 · (T - 20°C)]	R = 773,99 · [1 + 0,00313 · (T - 20°C)]	R = 506,89 · [1 + 0,00274 · (T - 20°C)]	R = 486,75 · [1 + 0,00309 · (T - 20°C)]	R = 755,08 · [1 + 0,00313 · (T - 20°C)]	R = 764,4 · [1 + 0,00314 · (T - 20°C)]	R = 561,84 · [1 + -0,0269 · (T - 20°C)]	R = 459,22 · [1 + 0,00321 · (T - 20°C)]	#DIV/0!
R ²	(-)	1	1	1	1	0.99994014	0.99997943	0.8729944	1	#DIV/0!
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	(A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

B



D

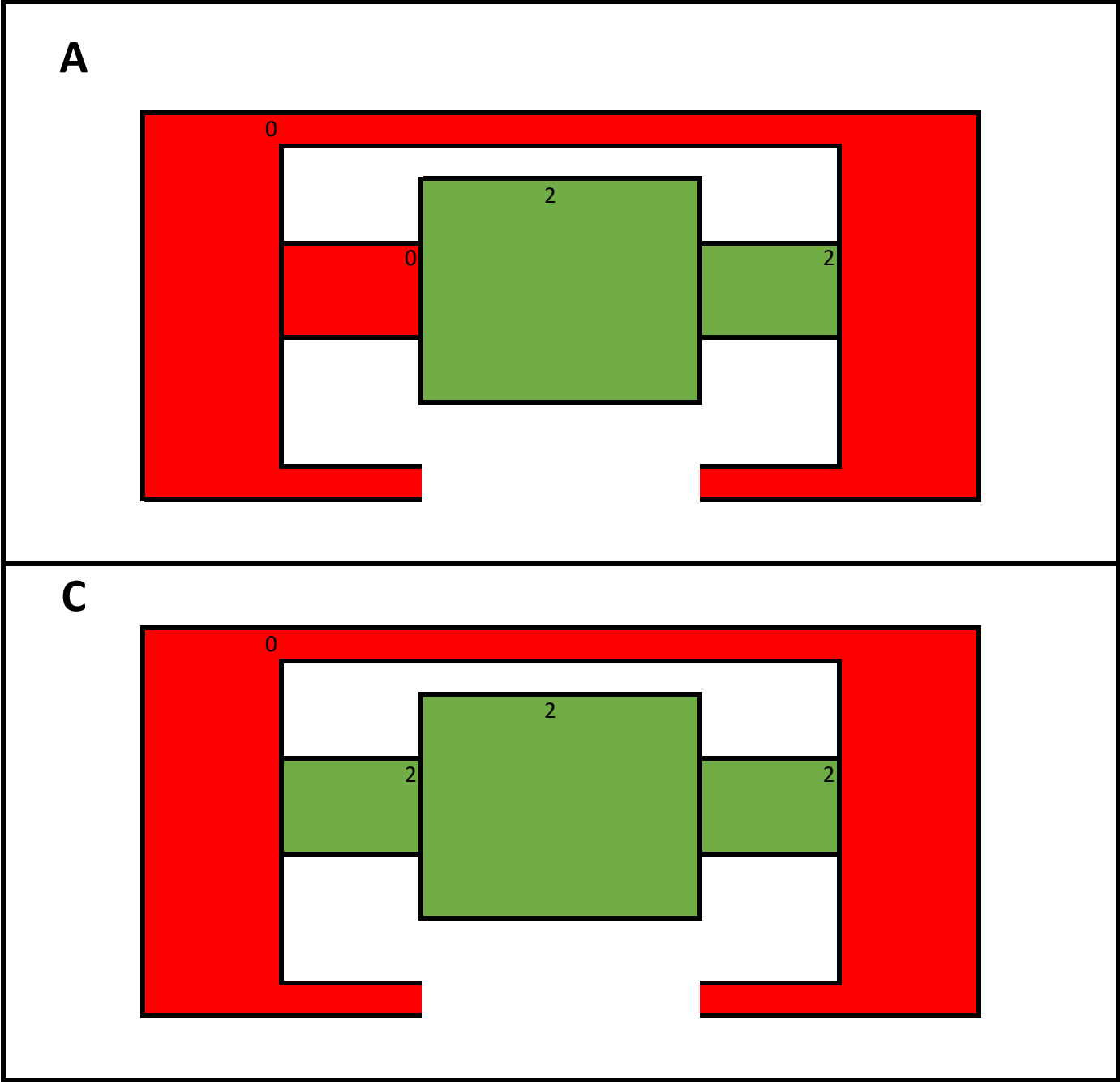


		TTC1 (A)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		-	-	-	-	842.724979	852.765957	30.5004721	16.0528801	1.32200189
30 °C		-	-	-	-	866.782007	877.408056	31.3964386	16.5569144	1.31702728
40 °C		-	-	-	-	888.888889	900.090009	30.016247	8.56084243	1.39266108
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	796.89	805.77	31.36	24.96	1.24
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	843.05	853.09	30.88	17.47	1.31
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	2.308	2.366	-0.024	-0.375	0.004
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00274	0.00277	-0.00078	-0.02144	0.00270
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 843,05 · [1 + 0,00274 · (T - 20°C)]	R = 853,09 · [1 + 0,00277 · (T - 20°C)]	R = 30,88 · [1 + -0,00078 · (T - 20°C)]	R = 17,47 · [1 + -0,02144 · (T - 20°C)]	R = 1,31 · [1 + 0,0027 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.9994055	0.99942846	0.11954182	0.69975607	0.69744125
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	65.9438145	66.3580013	6.02408853	3.21715068	-
I	(A)	-	-	-	-	0.07418679	0.07372374	0.20069426	0.37579838	-

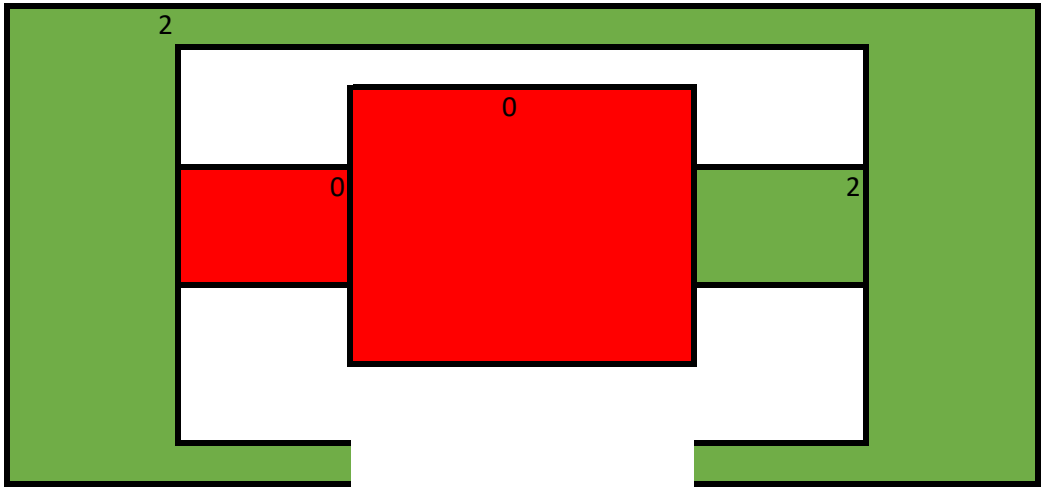
		TTC3 (C)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		-	-	472.380952	456.892577	763.358779	773.993808	505.85838	471.680152	1.22525919
30 °C		-	-	486.990673	470.308789	787.401575	798.245614	519.412382	486.27451	1.31826742
40 °C		-	-	502.527806	486.287953	810.372771	821.018062	84.8628193	456.682028	1.35786436
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	442.08	427.07	716.52	727.22	1001.54	494.04	1.10
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	472.23	456.47	763.54	774.24	580.54	479.04	1.23
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	1.507	1.470	2.351	2.351	-21.050	-0.750	0.007
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00319	0.00322	0.00308	0.00304	-0.03626	-0.00157	0.00537
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 472,23 · [1 + 0,00319 · (T - 20°C)]	R = 456,47 · [1 + 0,00322 · (T - 20°C)]	R = 763,54 · [1 + 0,00308 · (T - 20°C)]	R = 774,24 · [1 + 0,00304 · (T - 20°C)]	R = 580,54 · [1 + 0,03626 · (T - 20°C)]	R = 479,04 · [1 + 0,00157 · (T - 20°C)]	R = 1,23 · [1 + 0,00537 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99968464	0.99747243	0.99982685	0.99967021	0.72587788	0.25685273	0.94869602
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	24.6486535	24.2471057	62.9640632	63.376271	10.1291238	23.4974163	-
I	(A)	-	-	0.04904933	0.04986162	0.07769765	0.0771923	0.11935879	0.05145247	-

		TTC_4 (D)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		-	-	536.876356	520.418848	804.016064	813.00813	70.5882353	8.01886792	1.31455399
30 °C		-	-	561.829475	541.689373	827.272727	837.792642	-	-	1.31332083
40 °C		-	-	577.056779	557.04698	849.617672	859.106529	-	-	1.38973247
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	498.32	484.78	758.57	767.49	#DIV/0!	#DIV/0!	1.23
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	538.50	521.40	804.17	813.59	#DIV/0!	#DIV/0!	1.30
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	2.009	1.831	2.280	2.305	#DIV/0!	#DIV/0!	0.004
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00373	0.00351	0.00284	0.00283	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00289
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 538,5 · [1 + 0,00373 · (T - 20°C)]	R = 521,4 · [1 + 0,00351 · (T - 20°C)]	R = 804,17 · [1 + 0,00284 · (T - 20°C)]	R = 813,59 · [1 + 0,00283 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1,3 · [1 + 0,00289 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.98084413	0.99138814	0.99986678	0.99811417	#DIV/0!	#DIV/0!	0.73770088
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	26.4132854	25.9512967	64.4706568	64.8296737	-	-	-

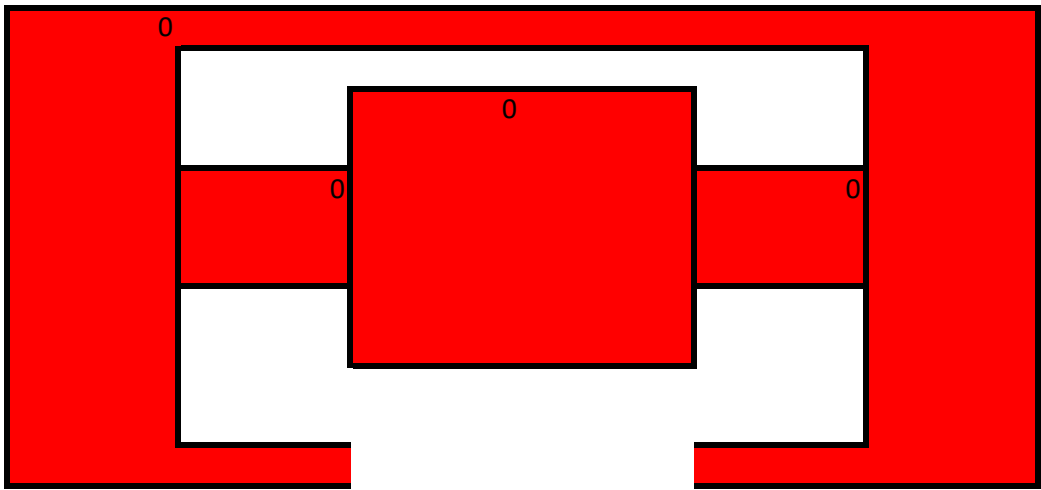
I	(A)	-	-	0.04577242	0.04658727	0.07588196	0.07546174	-	-	-
		TTC_2 (B)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		943.396226	950.570342	-	-	-	-	93.1811169	32.2001889	1.31826742
30 °C		968.992248	975.609756	-	-	-	-	626.256281	581.096849	1.31208997
40 °C		995.024876	1002.00401	-	-	-	-	644.286637	598.080384	1.41658226
R0 [0°C]	(Ω)	891.69	898.91	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-372.08	-445.03	1.20
R0 [20°C]	(Ω)	943.32	950.34	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	179.02	120.85	1.30
α''	(Ω/°C)	2.581	2.572	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	27.555	28.294	0.005
α	(1/°C)	0.00274	0.00271	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.15392	0.23412	0.00378
Equation	(Ω)	R = 943,32 · [1 + 0,00274 · (T - 20°C)]	R = 950,34 · [1 + 0,00271 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 179,02 · [1 + 0,15392 · (T - 20°C)]	R = 120,85 · [1 + 0,23412 · (T - 20°C)]	R = 1,3 · [1 + 0,00378 · (T - 20°C)]
R²	(-)	0.99997616	0.99976876	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.7745104	0.77248856	0.70304941
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	92.3846598	92.708088	-	-	-	-	27.9095422	26.8901317	-
I	(A)	0.09284658	0.09252267	-	-	-	-	0.04331852	0.04496073	-



B



D



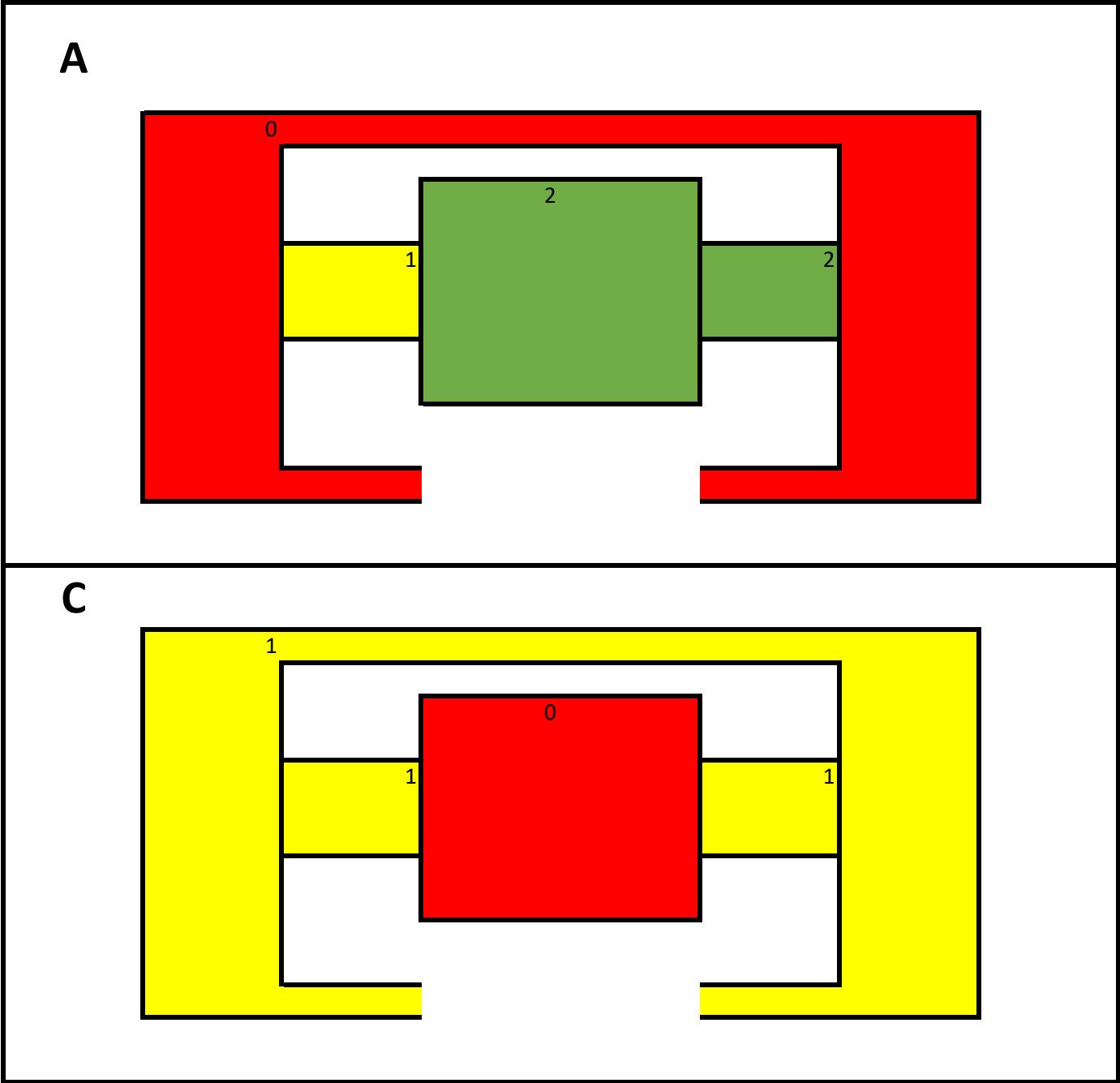
		TTC1 (A)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
15 °C		INF	INF	INF	470.532319	29.5327103	10.9448082	83.8497653	488.647581	1.49953575
30 °C		INF	INF	INF	492.782479	INF	11.8042226	202600	511.615901	1.67145594
45 °C		INF	INF	INF	514.805195	INF	137.367915	INF	533.907427	1.74255524
45 °C		INF	INF	INF	514.820593	32.6065411	9.71258672	73.2338308	5.72420635	1.51873767
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	448.43	#DIV/0!	-73.05	-202432.30	466.13	1.39
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	477.95	#DIV/0!	11.23	67589.23	496.30	1.56
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.476	#DIV/0!	4.214	13501.077	1.509	0.008
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00309	#DIV/0!	0.37521	0.19975	0.00304	0.00520
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 477,95 · [1 + 0,00309 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	R = 11,23 · [1 + 0,37521 · (T - 20°C)]	R = 67589,23 · [1 + 0,19975 · (T - 20°C)]	R = 496,3 · [1 + 0,00304 · (T - 20°C)]	R = 1,56 · [1 + 0,0052 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.9999912	#DIV/0!	0.7550982	1	0.99992547	0.94574123
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	24.9483085	12.6299808	6.89315082	9.40955374	2.63069677	-
I	(A)	-	-	-	0.0484602	0.38734501	0.70971318	0.12848643	0.45957406	-

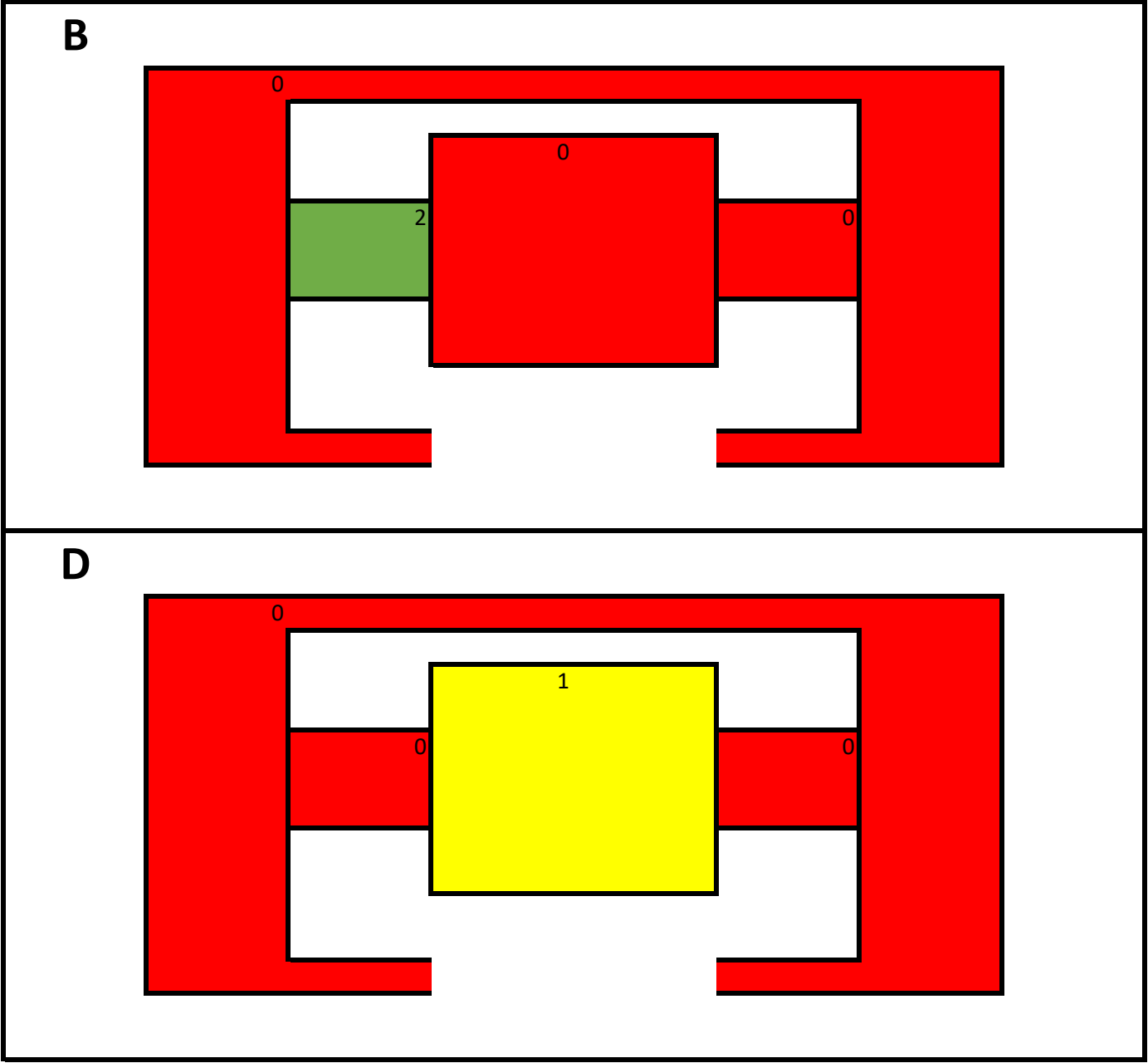
		TTC3 (C)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
15 °C		868.055556	875.656743	513.737688	497.48996	INF	INF	5.8950328	73.3205374	1.70555033
30 °C		907.441016	INF	538.837588	525.172231	INF	INF	5.99808061	78.2493369	1.86042065
45 °C		946.969697	INF	572.004608	545.654565	INF	INF	7.12077295	INF	INF
45 °C		946.969697	INF	563.956794	INF	INF	INF	6.62721893	INF	1.952895
R0 [0°C]	(Ω)	828.57	#DIV/0!	483.26	474.61	#DIV/0!	#DIV/0!	5.11	68.39	1.55
R0 [20°C]	(Ω)	881.18	#DIV/0!	522.10	506.72	#DIV/0!	#DIV/0!	5.93	74.96	1.76
α"	(Ω/°C)	2.630	#DIV/0!	1.942	1.605	#DIV/0!	#DIV/0!	0.041	0.329	0.010
α	(1/°C)	0.00299	#DIV/0!	0.00372	0.00317	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00689	0.00438	0.00588
Equation	(Ω)	R = 881,18 · [1 + 0,00299 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	R = 522,1 · [1 + 0,00372 · (T - 20°C)]	R = 506,72 · [1 + 0,00317 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 5,93 · [1 + 0,00689 · (T - 20°C)]	R = 74,96 · [1 + 0,00438 · (T - 20°C)]	R = 1,76 · [1 + 0,00588 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.9999989	#DIV/0!	0.993651	0.99260638	#DIV/0!	#DIV/0!	0.81256958	1	1
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	90.1261742	-	26.1117553	-	-	-	2.830602	-	-
I	(A)	0.09517324	-	0.04630099	-	-	-	0.42711762	-	-

		TTC_4 (D)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
15 °C		INF	INF	INF	INF	INF	INF	72.9186603	35.243553	1.4270734
30 °C		INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	1.52737752
45 °C		INF	INF	INF	INF	INF	618.929016	INF	INF	1.70068027
45 °C		INF	INF	INF	INF	675000	1012000	INF	INF	1.70275591
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.28
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.46
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.009
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00624
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1,46 · [1 + 0,00624 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.97682233
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-

P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	-	55.0263553	-	-	-
I	(A)	-	-	-	-	-	0.08890576	-	-	-

TTC_2 (B)									
11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20	
PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens	
Area (cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
15 °C	INF	INF	602.789569	577.997672	INF	INF	INF	INF	1.54761905
30 °C	INF	INF	630.544994	604.99087	INF	INF	INF	INF	1.625
45 °C	INF	INF	657.63384	630.310717	INF	INF	INF	INF	1.69253152
45 °C	INF	INF	658.068783	631.111111	INF	INF	INF	INF	1.70275591
R0 [0°C] (Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	575.48	552.12	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.48
R0 [20°C] (Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	612.04	587.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.57
α" (Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	1.828	1.744	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.005
α (1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00299	0.00297	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00307
Equation (Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 612,04 · [1 + 0,00299 · (T - 20°C)]	R = 587 · [1 + 0,00297 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1,57 · [1 + 0,00307 · (T - 20°C)]
R ² (-)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99995076	0.99965905	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99846248
P0 (W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P (W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V (V)	-	-	28.1971508	27.6051744	-	-	-	-	-
I (A)	-	-	0.04287667	0.04379614	-	-	-	-	-



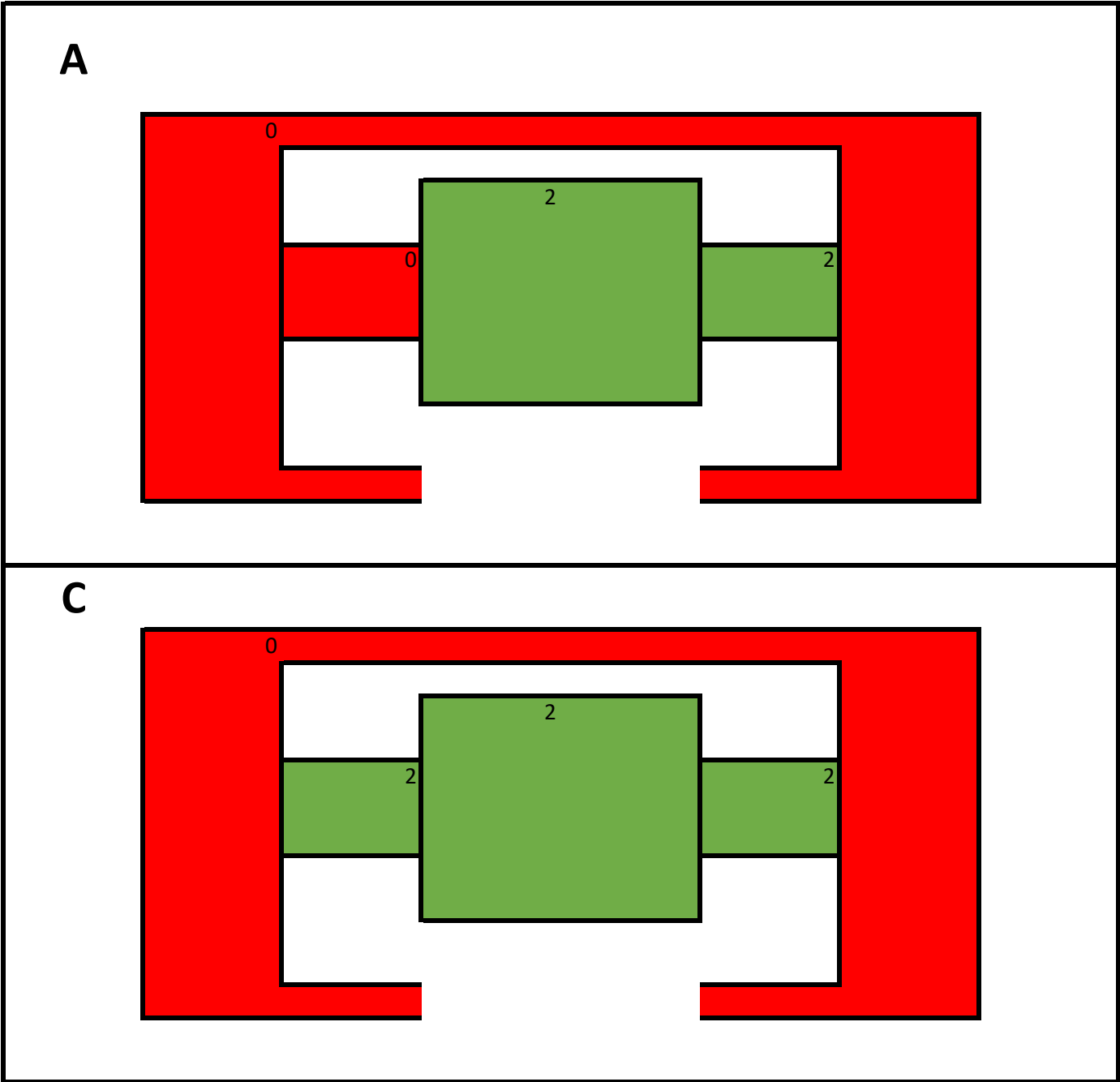


		TTC1 (A)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		-	-	-	-	289.115646	297.778454	0.49148515	376.806084	1.30311615
30 °C		-	-	-	-	298.112058	306.633292	505.852417	471.944841	1.35232926
40 °C		-	-	-	-	304.510109	313.901345	518.248175	483.430799	1.34872979
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	274.15	281.92	-435.10	284.12	1.27
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	289.55	298.04	82.65	390.75	1.31
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.770	0.806	25.888	5.331	0.002
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00266	0.00270	0.31321	0.01364	0.00174
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 289,55 · [1 + 0,00266 · (T - 20°C)]	R = 298,04 · [1 + 0,0027 · (T - 20°C)]	R = 82,65 · [1 + 0,31321 · (T - 20°C)]	R = 390,75 · [1 + 0,01364 · (T - 20°C)]	R = 1,31 · [1 + 0,00174 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99059315	0.99678169	0.76794542	0.82975518	0.69115552
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	38.5967897	39.1874419	25.0312214	24.1757696	-
I	(A)	-	-	-	-	0.12675044	0.12483999	0.04829968	0.05000875	-

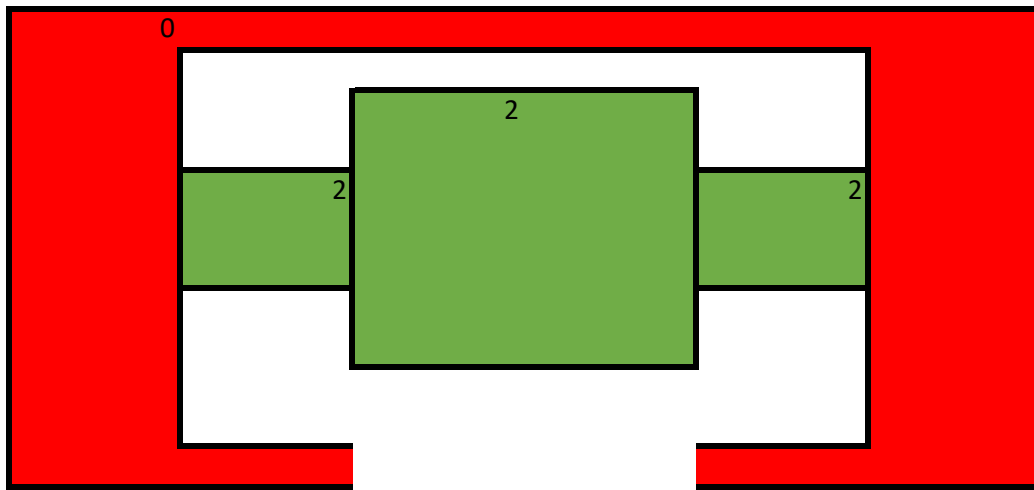
		TTC3 (C)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		-	-	85.9043062	27.3674242	730.994152	740.740741	392.8	332.881356	1.31255902
30 °C		-	-	88.2370225	28.3808648	754.333082	763.768116	499.245852	464.807873	1.35531136
40 °C		-	-	90.4537714	29.3135436	775.193798	784.929356	514.759192	478.764479	1.36846972
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	81.37	25.43	687.21	696.86	286.00	206.66	1.26
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	85.92	27.38	731.41	741.05	407.96	352.54	1.32
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.227	0.097	2.210	2.209	6.098	7.294	0.003
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00265	0.00355	0.00302	0.00298	0.01495	0.02069	0.00212
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 85,92 · [1 + 0,00265 · (T - 20°C)]	R = 27,38 · [1 + 0,00355 · (T - 20°C)]	R = 731,41 · [1 + 0,00302 · (T - 20°C)]	R = 741,05 · [1 + 0,00298 · (T - 20°C)]	R = 407,96 · [1 + 0,01495 · (T - 20°C)]	R = 352,54 · [1 + 0,02069 · (T - 20°C)]	R = 1,32 · [1 + 0,00212 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99978346	0.99942628	0.9989532	0.99940586	0.84366443	0.82103341	0.91458762
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	10.4574667	5.95315666	61.5822385	61.9677335	24.9468207	24.0588083	-
I	(A)	-	-	0.11561117	0.20308553	0.07944109	0.07894689	0.04846309	0.05025187	-

		TTC_4 (D)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		-	-	-	-	696.65272	706.007067	561.829475	642.949547	1.33018868
30 °C		-	-	-	-	720.677233	730.218978	687.88713	6531066.06	1.33854646
40 °C		-	-	-	-	742.942051	753.012048	787.401575	751.879699	1.37002775
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	650.66	659.24	340.68	2177323.57	1.29
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	696.95	706.24	566.25	2177432.50	1.33
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	2.314	2.350	11.279	5.447	0.002
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00332	0.00333	0.01992	0.00000	0.00150
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 696,95 · [1 + 0,00332 · (T - 20°C)]	R = 706,24 · [1 + 0,00333 · (T - 20°C)]	R = 566,25 · [1 + 0,01992 · (T - 20°C)]	R = 2177432,5 · [1 + 0 · (T - 20°C)]	R = 1,33 · [1 + 0,0015 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99951851	0.99969638	0.99540575	2.0868E-10	0.89904049
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	60.2875724	60.6947726	30.8539868	30.1500009	-
I	(A)	-	-	-	-	0.08114707	0.08060266	0.03918456	0.0400995	-

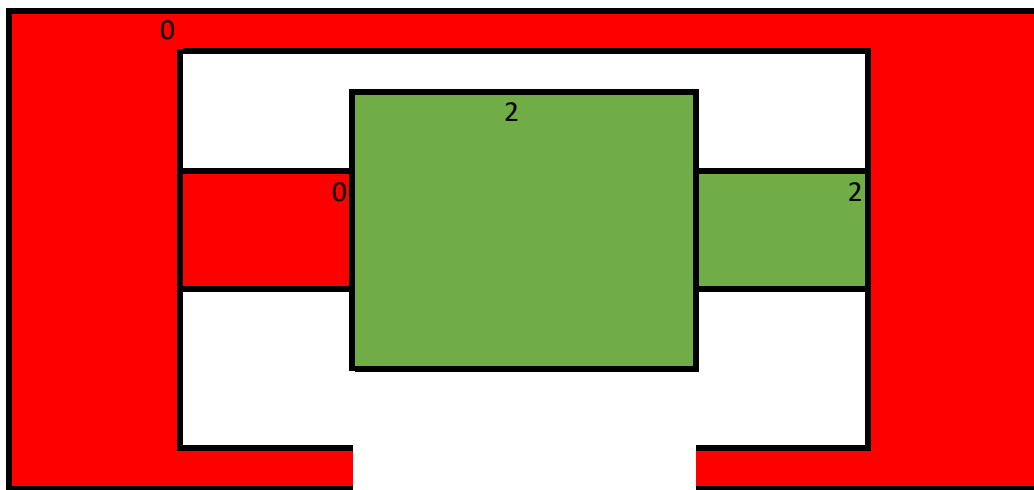
		TTC_2 (B)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
	20 °C	-	-	550.941307	530.133333	842.724979	852.765957	589.698046	551.968941	1.35977337
	30 °C	-	-	568.550228	546.56782	867.532468	878.177038	607.739183	568.493151	1.39491917
	40 °C	-	-	585.19389	563.101302	890.47195	901.713255	624.686717	584.164223	1.41339492
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	516.85	497.15	795.29	804.13	554.89	519.92	1.31
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	551.10	530.12	843.04	853.08	589.88	552.11	1.36
α''	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	1.713	1.648	2.387	2.447	1.749	1.610	0.003
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00311	0.00311	0.00283	0.00287	0.00297	0.00292	0.00197
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 551,1 · [1 + 0,00311 · (T - 20°C)]	R = 530,12 · [1 + 0,00311 · (T - 20°C)]	R = 843,04 · [1 + 0,00283 · (T - 20°C)]	R = 853,08 · [1 + 0,00287 · (T - 20°C)]	R = 589,88 · [1 + 0,00297 · (T - 20°C)]	R = 552,11 · [1 + 0,00292 · (T - 20°C)]	R = 1,36 · [1 + 0,00197 · (T - 20°C)]
R²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99973535	0.99999699	0.99949006	0.99951118	0.99967446	0.99976599	0.96878933
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	26.5988611	26.0919427	66.0025095	66.4178103	27.4817438	26.5754501	-
I	(A)	-	-	0.04545307	0.04633614	0.07412082	0.07365735	0.04399284	0.04549311	-



B



D

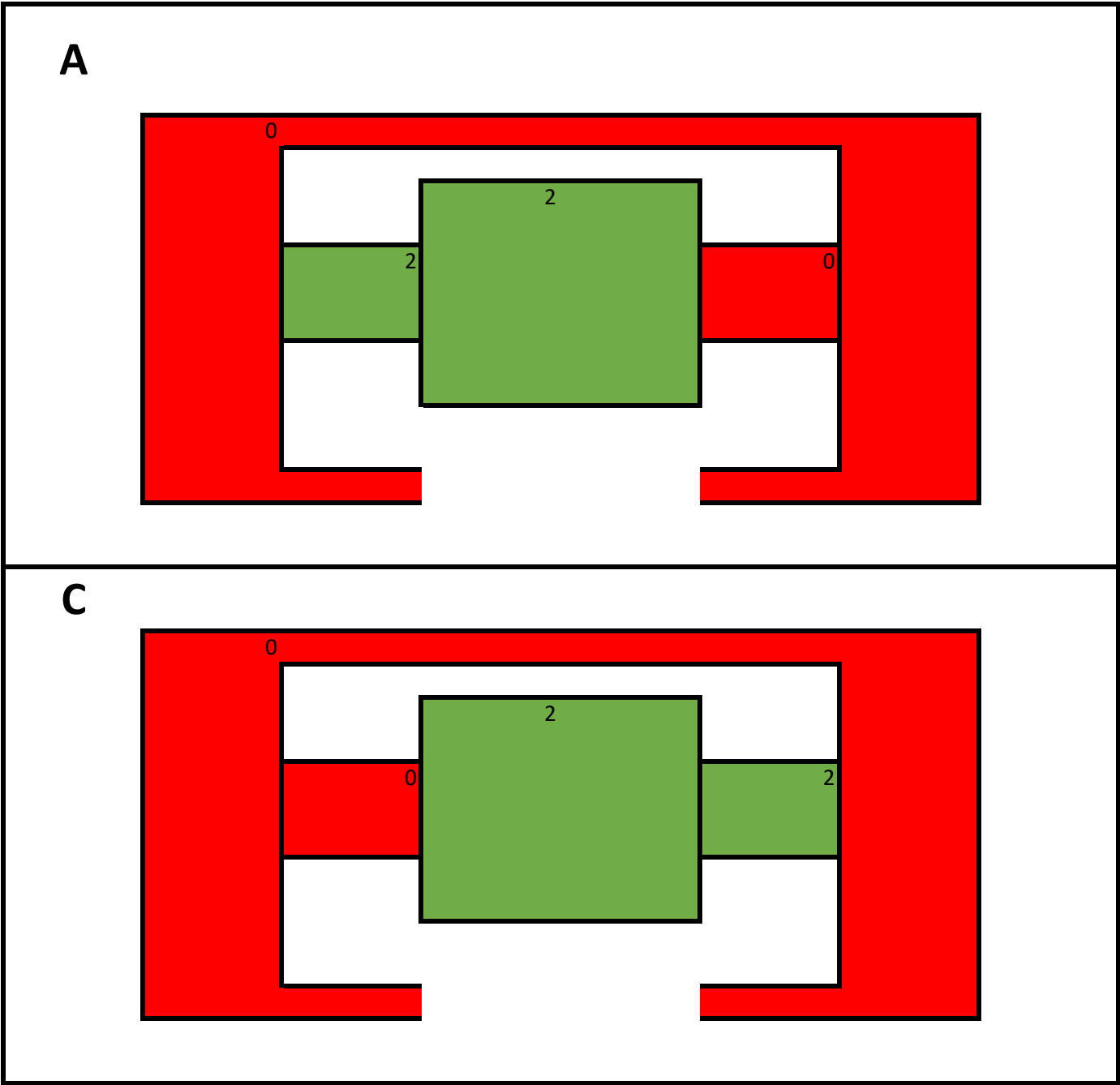


		TTC1 (A)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
	20 °C	-	-	500.75643	481.986368	786.163522	795.544948	-	-	1.12676056
	30 °C	-	-	519.331243	500.504032	807.909605	819.296811	-	-	1.23154982
	40 °C	-	-	745.156483	713.775874	831.946755	841.750842	-	-	1.24769797
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	221.81	217.74	740.00	749.56	#DIV/0!	#DIV/0!	1.02
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	466.21	449.53	785.78	795.76	#DIV/0!	#DIV/0!	1.14
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	12.220	11.589	2.289	2.310	#DIV/0!	#DIV/0!	0.006
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.02621	0.02578	0.00291	0.00290	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00530
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 466,21 · [1 + 0,02621 · (T - 20°C)]	R = 449,53 · [1 + 0,02578 · (T - 20°C)]	R = 785,78 · [1 + 0,00291 · (T - 20°C)]	R = 795,76 · [1 + 0,0029 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1,14 · [1 + 0,0053 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	0.80664714	0.80950474	0.99916597	0.99973709	#DIV/0!	#DIV/0!	0.84812465
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	(A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

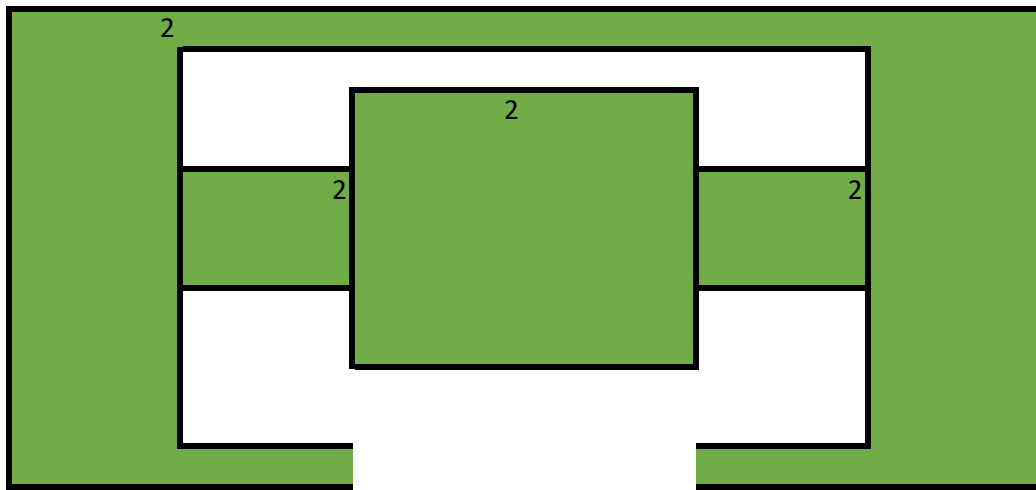
		TTC3 (C)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
	20 °C	-	-	-	-	874.125874	885.739593	603.636364	545.80362	1.26999059
	30 °C	-	-	-	-	901.978417	912.647862	604.608854	561.195713	1.31931608
	40 °C	-	-	-	-	925.06938	937.207123	624.140088	578.733295	1.32780083
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	823.98	834.66	580.04	512.52	1.22
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	874.92	886.13	600.54	545.45	1.28
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	2.547	2.573	1.025	1.646	0.003
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00291	0.00290	0.00171	0.00302	0.00226
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 874,92 · [1 + 0,00291 · (T - 20°C)]	R = 886,13 · [1 + 0,0029 · (T - 20°C)]	R = 600,54 · [1 + 0,00171 · (T - 20°C)]	R = 545,45 · [1 + 0,00302 · (T - 20°C)]	R = 1,28 · [1 + 0,00226 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99709638	0.99930613	0.78548864	0.998587	0.8573661
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	(A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

		TTC_4 (D)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
	20 °C	757.002271	761.035008	465.695489	446.750903	706.134094	715.317919	499.495459	467.642891	1.31086142
	30 °C	779.595016	785.098039	480.853127	461.144718	735.835173	745.156483	517.169615	483.195324	1.38760407
	40 °C	802.568218	807.754443	496.003996	475.779376	758.725341	768.049155	532.690247	498.243853	1.41344383
R0 [0°C]	(Ω)	711.37	714.55	435.39	417.68	654.68	663.74	466.66	437.13	1.22
R0 [20°C]	(Ω)	756.93	761.27	465.70	446.71	707.27	716.48	499.85	467.73	1.32
α"	(Ω/°C)	2.278	2.336	1.515	1.451	2.630	2.637	1.660	1.530	0.005
α	(1/°C)	0.00301	0.00307	0.00325	0.00325	0.00372	0.00368	0.00332	0.00327	0.00389
Equation	(Ω)	R = 756,93 · [1 + 0,00301 · (T - 20°C)]	R = 761,27 · [1 + 0,00307 · (T - 20°C)]	R = 465,7 · [1 + 1 + 0,00325 · (T - 20°C)]	R = 446,71 · [1 + 0,00325 · (T - 20°C)]	R = 707,27 · [1 + 0,00372 · (T - 20°C)]	R = 716,48 · [1 + 0,00368 · (T - 20°C)]	R = 499,85 · [1 + 0,00332 · (T - 20°C)]	R = 467,73 · [1 + 0,00327 · (T - 20°C)]	R = 1,32 · [1 + 0,00389 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.99997676	0.99969793	0.99999998	0.99997706	0.99444043	0.99424965	0.99859903	0.99990962	0.92414924
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	82.9705318	83.2381794	24.4881365	23.9836875	60.9245908	61.2977924	25.3775985	24.5433661	-
I	(A)	0.10338128	0.10304887	0.04937085	0.05040926	0.08029861	0.07980973	0.04764044	0.04925975	-

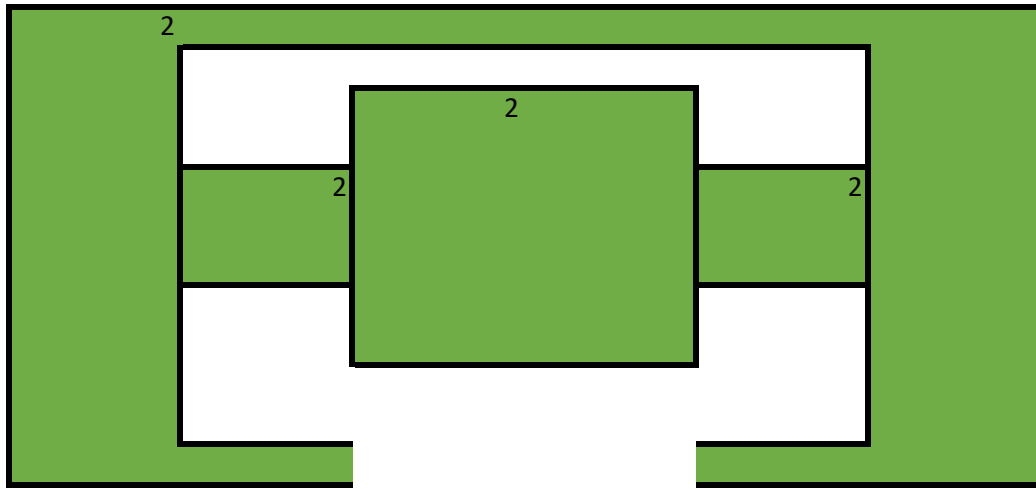
		TTC_2 (B)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		873.362445	878.734622	51.4150943	32.0754717	806.451613	816.993464	541.575492	499.748364	1.31086142
30 °C		899.55157	905.234657	56.8456376	38.9713155	831.53527	841.309824	559.93247	519.874477	1.38953219
40 °C		920.810313	927.643785	63.3357825	41.7855256	853.970965	865.051903	577.726218	535.849057	1.40617796
R0 [0°C]	(Ω)	826.74	830.51	39.32	23.05	759.37	769.03	505.52	464.34	1.23
R0 [20°C]	(Ω)	874.18	879.42	51.24	32.76	806.89	817.09	541.67	500.44	1.32
α''	(Ω/°C)	2.372	2.445	0.596	0.486	2.376	2.403	1.808	1.805	0.005
α	(1/°C)	0.00271	0.00278	0.01163	0.01482	0.00294	0.00294	0.00334	0.00361	0.00361
Equation	(Ω)	R = 874,18 · [1 + 0,00271 · (T - 20°C)]	R = 879,42 · [1 + 0,00278 · (T - 20°C)]	R = 51,24 · [1 + 0,01163 · (T - 20°C)]	R = 32,76 · [1 + 0,01482 · (T - 20°C)]	R = 806,89 · [1 + 0,00294 · (T - 20°C)]	R = 817,09 · [1 + 0,00294 · (T - 20°C)]	R = 541,67 · [1 + 0,00334 · (T - 20°C)]	R = 500,44 · [1 + 0,00361 · (T - 20°C)]	R = 1,32 · [1 + 0,00361 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.99641371	0.99767338	0.99737325	0.94437766	0.99896602	0.9999524	0.99991909	0.99561111	0.87631028
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	88.8726198	89.2017787	8.75059775	7.10765084	64.635614	65.0536111	26.4286019	25.4527309	-
I	(A)	0.09651567	0.09615952	0.13816199	0.17009839	0.0756883	0.07520197	0.04574589	0.04749981	-



B



D

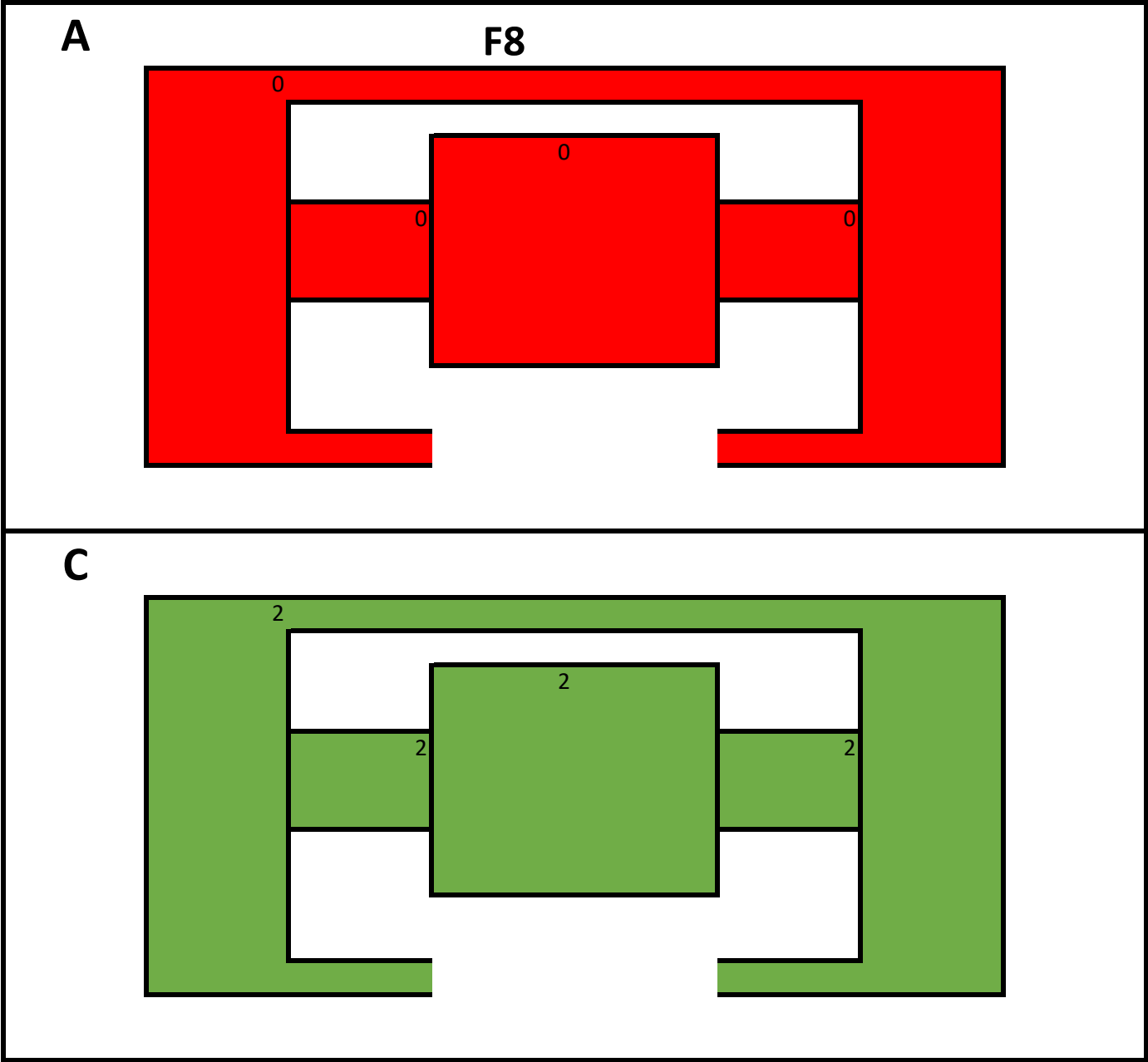


		TTC1 (A)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		-	-	-	-	-	-	-	-	1.21381886
30 °C		-	-	-	-	-	-	-	-	1.21722846
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.21
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.21
α''	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.000
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00028
Equation	(Ω)									R = 1,21 · [1 + 0,00028 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	(A)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

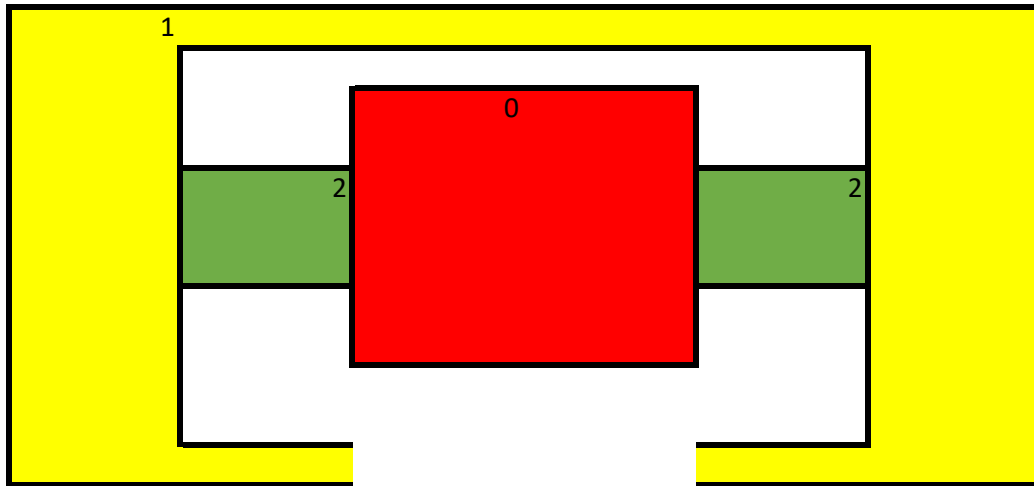
		TTC3 (C)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		805.801773	811.688312	477.568741	458.333333	785.098039	795.075457	559.954751	525.477707	1.30597015
30 °C		829.875519	835.421888	493.777999	472.77937	808.562197	819.148936	579.743888	540.983607	1.31455399
R0 [0°C]	(Ω)	757.65	764.22	445.15	429.44	738.17	746.93	520.38	494.47	1.29
R0 [20°C]	(Ω)	805.80	811.69	477.57	458.33	785.10	795.08	559.95	525.48	1.31
α''	(Ω/°C)	2.407	2.373	1.621	1.445	2.346	2.407	1.979	1.551	0.001
α	(1/°C)	0.00299	0.00292	0.00339	0.00315	0.00299	0.00303	0.00353	0.00295	0.00066
Equation	(Ω)	R = 805,8 · [1 + 0,00299 · (T - 20°C)]	R = 811,69 · [1 + 0,00292 · (T - 20°C)]	R = 477,57 · [1 + 0,00339 · (T - 20°C)]	R = 458,33 · [1 + 0,00315 · (T - 20°C)]	R = 785,1 · [1 + 0,00299 · (T - 20°C)]	R = 795,08 · [1 + 0,00303 · (T - 20°C)]	R = 559,95 · [1 + 0,00353 · (T - 20°C)]	R = 525,48 · [1 + 0,00295 · (T - 20°C)]	R = 1,31 · [1 + 0,00066 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	84.3702569	84.6517264	24.4331251	23.9079539	62.8936852	63.3040888	26.4747117	25.5743852	-
I	(A)	0.10166616	0.10132812	0.049482	0.05056894	0.0777846	0.07728032	0.04566622	0.04727386	-

		TTC_4 (D)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		-	-	-	-	-	-	1.30841121	18.7265918	1.30597015
30 °C		-	-	-	-	-	-	24.4131455	19.7183099	1.31455399
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-44.90	16.74	1.29
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.31	18.73	1.31
α''	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	2.310	0.099	0.001
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.76586	0.00530	0.00066
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1,31 · [1 + 1,76586 · (T - 20°C)]	R = 18,73 · [1 + 0,0053 · (T - 20°C)]	R = 1,31 · [1 + 0,00066 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1	1	1
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	-	-	-	5.4328163	4.88256455	-
I	(A)	-	-	-	-	-	-	0.22253651	0.24761577	-

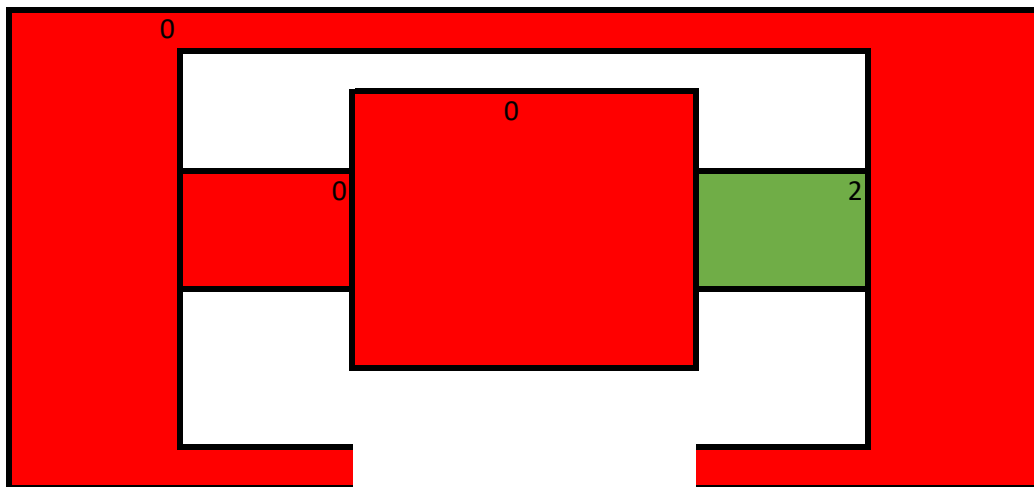
		TTC_2 (B)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
	20 °C	-	77.1253287	74.7028862	65.913371	-	-	16.8381665	9.36329588	1.31208997
	30 °C	-	76.2273902	73.2113145	63.0885122	-	-	17.6525822	10.3383459	0.95628415
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	78.92	77.69	71.56	#DIV/0!	#DIV/0!	15.21	7.41	2.02
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	77.13	74.70	65.91	#DIV/0!	#DIV/0!	16.84	9.36	1.31
α''	(Ω/°C)	#DIV/0!	-0.090	-0.149	-0.282	#DIV/0!	#DIV/0!	0.081	0.098	-0.036
α	(1/°C)	#DIV/0!	-0.00116	-0.00200	-0.00429	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00484	0.01041	-0.02712
Equation	(Ω)	#DIV/0!	R = 77,13 · [1 + -0,00116 · (T - 20°C)]	R = 74,7 · [1 + -0,002 · (T - 20°C)]	R = 65,91 · [1 + -0,00429 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 16,84 · [1 + 0,00484 · (T - 20°C)]	R = 9,36 · [1 + 0,01041 · (T - 20°C)]	R = 1,31 · [1 + -0,02712 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	1	1	1	#DIV/0!	#DIV/0!	1	1	1
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	25.5704529	9.4081071	8.73349937	-	-	4.6197372	3.53540099	-
I	(A)	-	0.33544967	0.12850619	0.13843248	-	-	0.2617032	0.3419697	-



B



D

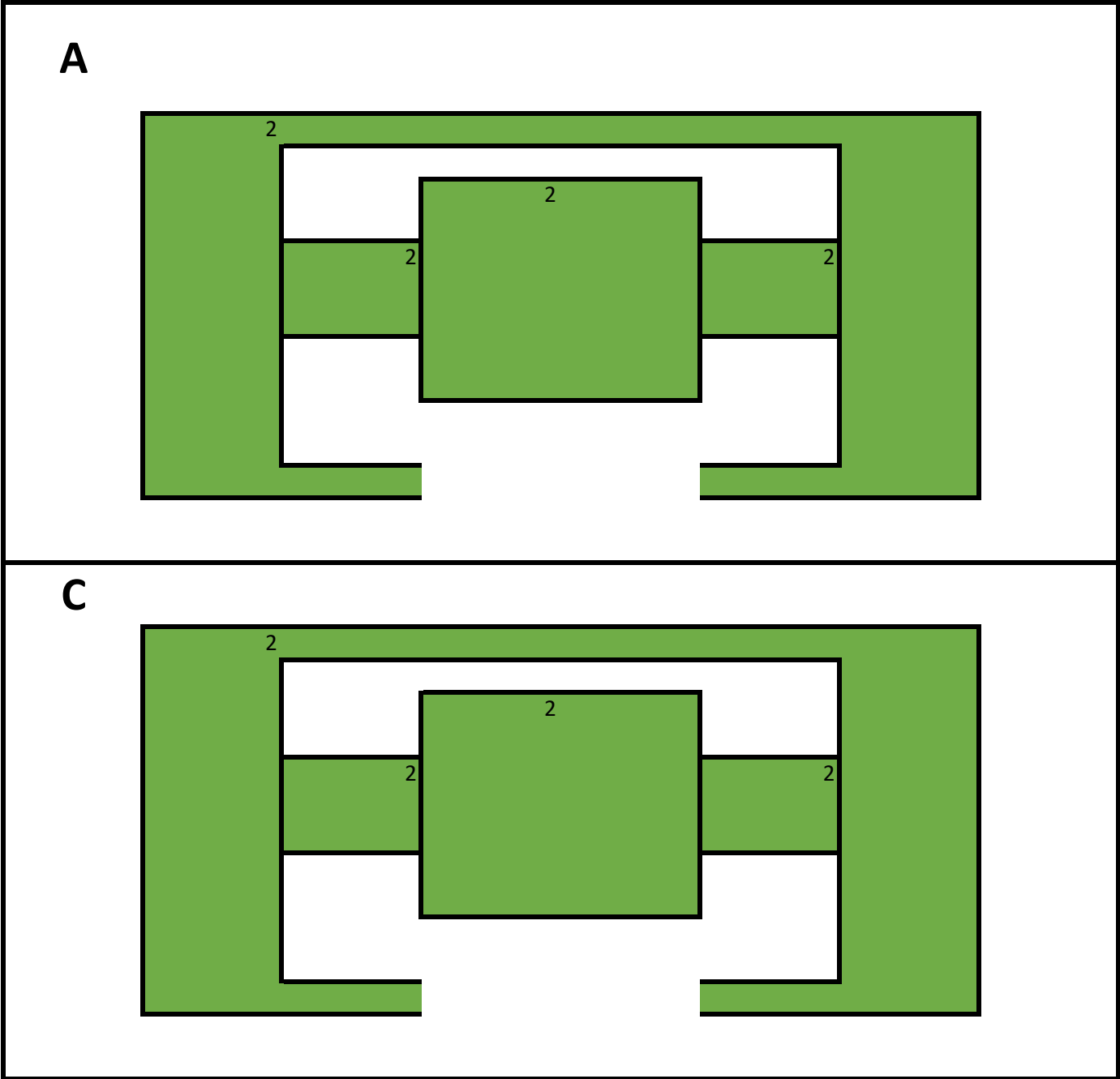


		TTC1 (A)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
	20 °C	831.806828	841.617523	50.6353861	30.8521058	25300	26631.5789	77.6119403	12.3661149	
	30 °C	870.209059	877.192982	51.9493177	31.6764133	42166.6667	42166.6667	94.6002512	525.729443	
	40 °C	898.472597	904.159132	52.8893242	32.18842	100000	63250	81.7263545	10.0585938	
R0 [0°C]	(Ω)	766.83	780.51	48.44	29.57	-56227.78	-10911.55	78.47	186.18	#DIV/0!
R0 [20°C]	(Ω)	833.49	843.05	50.70	30.90	18472.22	25706.87	82.59	183.87	#DIV/0!
α"	(Ω/°C)	3.333	3.127	0.113	0.067	3735.000	1830.921	0.206	-0.115	#DIV/0!
α	(1/°C)	0.00400	0.00371	0.00222	0.00216	0.20220	0.07122	0.00249	-0.00063	#DIV/0!
Equation	(Ω)	R = 833,49 · [1 + 0,004 · (T - 20°C)]	R = 843,05 · [1 + 0,00371 · (T - 20°C)]	R = 50,7 · [1 + 0,00222 · (T - 20°C)]	R = 30,9 · [1 + 0,00216 · (T - 20°C)]	R = 18472,22 · [1 + 0,2022 · (T - 20°C)]	R = 25706,87 · [1 + 0,07122 · (T - 20°C)]	R = 82,59 · [1 + 0,00249 · (T - 20°C)]	R = 183,87 · [1 + -0,00063 · (T - 20°C)]	#DIV/0!
R ²	(-)	0.99234929	0.99372314	0.99090928	0.98211982	0.9088816	0.99240583	0.05388142	1.5085E-05	#DIV/0!
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	87.7880319	88.0654039	7.99644877	6.23825294	699.439776	556.263535	9.9401792	3.48723957	-
I	(A)	0.09770808	0.09740034	0.15119211	0.19380426	0.0069944	0.00879468	0.12162759	0.34669256	-

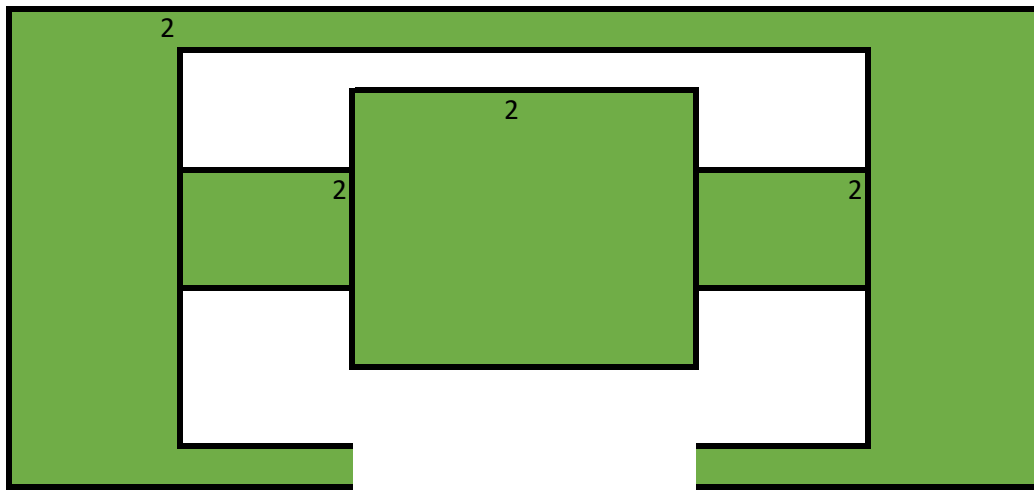
		TTC3 (C)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
	20 °C	67466.6667	72285.7143	72285.7143	72285.7143	72285.7143	72285.7143	13.3398247	7.5	
	30 °C	126500	72285.7143	202400	101200	67466.6667	4444666	13.8132296	7.74099318	
	40 °C	1012000	1012000	1012000	1012000	1012000	1012000	14.481409	6.18395303	
R0 [0°C]	(Ω)	-1014811.11	-1024047.62	-980676.19	-1014409.52	-1025653.97	433412.48	12.17	9.12	#DIV/0!
R0 [20°C]	(Ω)	-70277.78	-84333.33	-40961.90	-74695.24	-85939.68	1373126.76	13.31	7.80	#DIV/0!
α"	(Ω/°C)	47226.667	46985.714	46985.714	46985.714	46985.714	46985.714	0.057	-0.066	#DIV/0!
α	(1/°C)	-0.67200	-0.55714	-1.14706	-0.62903	-0.54673	0.03422	0.00429	-0.00844	#DIV/0!
Equation	(Ω)	R = - 70277,78 · [1 + -0,672 · (T - 20°C)]	R = - 84333,33 · [1 + -0,55714 · (T - 20°C)]	R = -40961,9 · [1 + -1,14706 · (T - 20°C)]	R = - 74695,24 · [1 + -0,62903 · (T - 20°C)]	R = - 85939,68 · [1 + -0,54673 · (T - 20°C)]	R = 1373126,76 · [1 + 0,03422 · (T - 20°C)]	R = 13,31 · [1 + 0,00429 · (T - 20°C)]	R = 7,8 · [1 + -0,00844 · (T - 20°C)]	#DIV/0!
R ²	(-)	0.7966805	0.75	0.8515856	0.7730544	0.74615395	0.04167492	0.99038978	0.61644602	#DIV/0!
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	2946.27412	2946.27412	1106.12296	1106.12296	2225.05414	2225.05414	4.18425901	2.7343005	-
I	(A)	0.00291134	0.00291134	0.00109301	0.00109301	0.00219867	0.00219867	0.28894005	0.44216062	-

		TTC_4 (D)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
	20 °C	101200	101200	202400	126500	16866.6667	16866.6667	68.3333333	9.44227006	
	30 °C	253000	168666.667	506000	506000	506000	168666.667	72.8697356	12.4878049	
	40 °C	506000	506000	506000	506000	506000	506000	82.3475046	8.01369863	
R0 [0°C]	(Ω)	-320466.67	-348577.78	-50600.00	-189750.00	-390744.44	-503188.89	53.50	12.12	#DIV/0!
R0 [20°C]	(Ω)	84333.33	56222.22	253000.00	189750.00	98388.89	-14055.56	67.51	10.70	#DIV/0!
α"	(Ω/°C)	20240.000	20240.000	15180.000	18975.000	24456.667	24456.667	0.701	-0.071	#DIV/0!
α	(1/°C)	0.24000	0.36000	0.06000	0.10000	0.24857	-1.74000	0.01038	-0.00668	#DIV/0!
Equation	(Ω)	R = 84333,33 · [1 + 0,24 · (T - 20°C)]	R = 56222,22 · [1 + 0,36 · (T - 20°C)]	R = 253000 · [1 + 0,06 · (T - 20°C)]	R = 189750 · [1 + 0,1 · (T - 20°C)]	R = 98388,89 · [1 + 0,24857 · (T - 20°C)]	R = - 14055,56 · [1 + -1,74 · (T - 20°C)]	R = 67,51 · [1 + 0,01038 · (T - 20°C)]	R = 10,7 · [1 + -0,00668 · (T - 20°C)]	#DIV/0!
R ²	(-)	0.97959184	0.87096774	0.75	0.75	0.75	0.95423601	0.96020733	0.09769743	#DIV/0!
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-

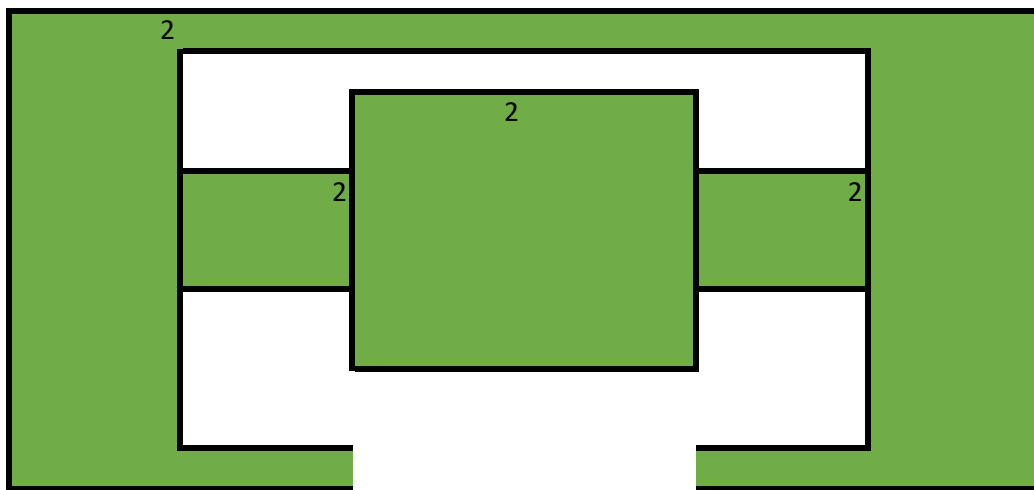
V	(V)	2083.33041	2083.33041	782.147045	782.147045	1573.35087	1573.35087	9.97788219	3.11264544	-
I	(A)	0.00411725	0.00411725	0.00154575	0.00154575	0.00310939	0.00310939	0.121168	0.38841558	-
		TTC_2 (B)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
20 °C		42166.6667	42166.6667	556.67789	532.795699	871.727749	884.853853	594.967046	554.499721	1.38671875
30 °C		63250	63250	574.985524	550.194121	889.686099	903.342367	609.068627	566.210046	
40 °C		506000	506000	593.544531	567.830567	936.329588	947.867299	98.6328125	473.128599	
R0 [0°C]	(Ω)	-491944.44	-491944.44	519.77	497.72	802.35	817.50	1178.72	653.34	#DIV/0!
R0 [20°C]	(Ω)	-28111.11	-28111.11	556.64	532.76	866.95	880.51	682.39	571.97	#DIV/0!
α''	(Ω/°C)	23191.667	23191.667	1.843	1.752	3.230	3.151	-24.817	-4.069	#DIV/0!
α	(1/°C)	-0.82500	-0.82500	0.00331	0.00329	0.00373	0.00358	-0.03637	-0.00711	#DIV/0!
Equation	(Ω)	R = - 28111,11 · [1 + -0,825 · (T - 20°C)]	R = - 28111,11 · [1 + -0,825 · (T - 20°C)]	R = 556,64 · [1 + 0,00331 · (T - 20°C)]	R = 532,76 · [1 + 0,00329 · (T - 20°C)]	R = 866,95 · [1 + 0,00373 · (T - 20°C)]	R = 880,51 · [1 + 0,00358 · (T - 20°C)]	R = 682,39 · [1 + - 0,03637 · (T - 20°C)]	R = 571,97 · [1 + - 0,00711 · (T - 20°C)]	#DIV/0!
R ²	(-)	0.78401728	0.78401728	0.9999845	0.99998461	0.93833206	0.94615598	0.72870812	0.64398502	#DIV/0!
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	2083.33041	2083.33041	26.78797	26.2012816	67.6806779	68.0963911	10.9200307	23.9167823	-
I	(A)	0.00411725	0.00411725	0.0451322	0.04614278	0.07228296	0.07184169	0.11071397	0.05055028	-



B



D

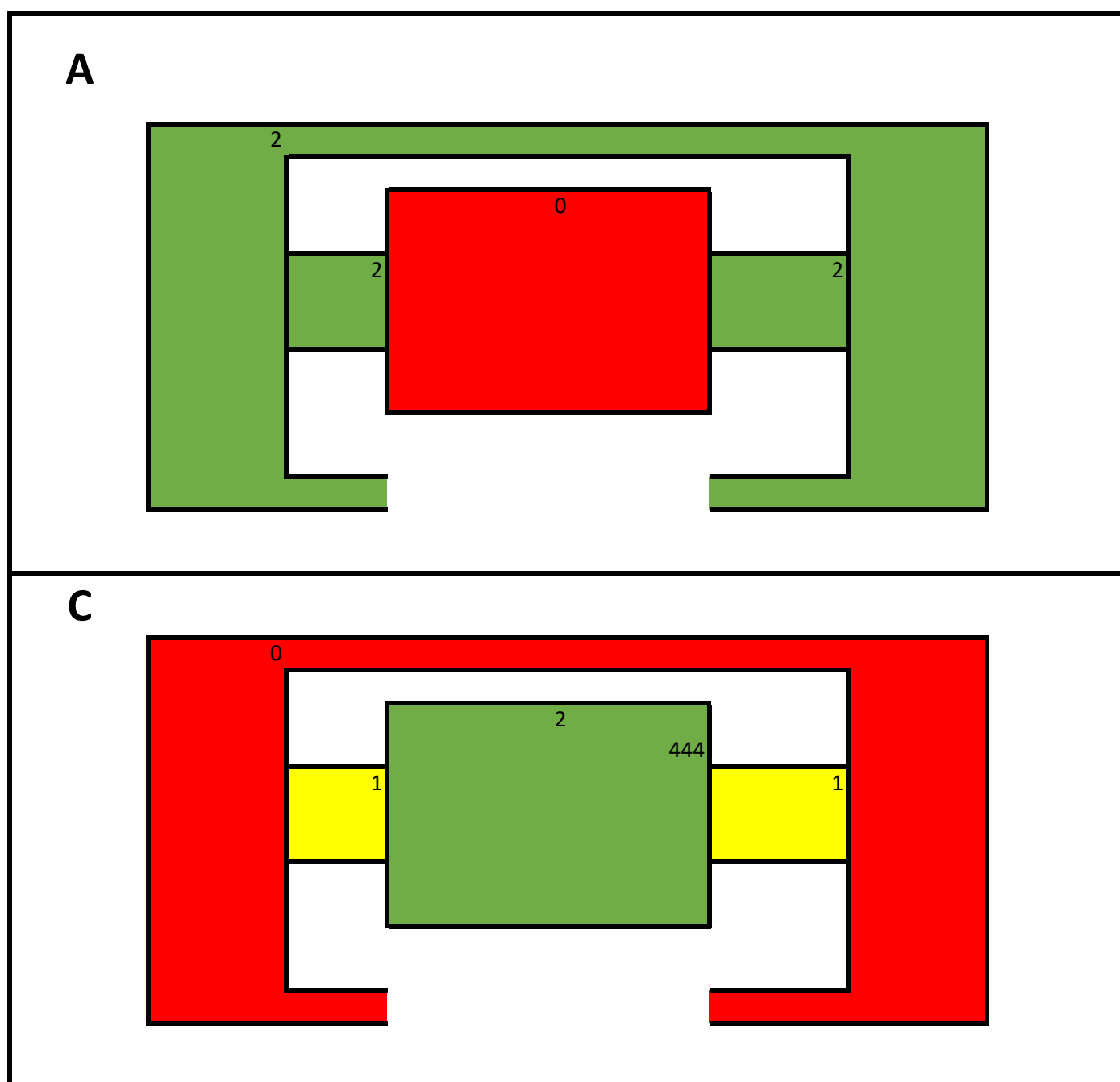


		TTC1 (A)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(l)_pwr	HP(l)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
Expected	(Ω)	2340	2330	1428	1355	ouv.	ouv.	1138	1041	3
	20 °C	2279.54545	2295.19	1414.427157	1344.08602	#DIV/0!	#DIV/0!	1126.41084	1029.95868	1.99326948
	30 °C	2327.14617	2343.46	1447.178003	1374.1403	#DIV/0!	#DIV/0!	1156.43105	1056.14407	2.01346627
	40 °C	2376.77725	2388.1	1481.481481	1406.46976	#DIV/0!	#DIV/0!	1185.27316	1083.69565	2.15611426
R0 [0°C]	(Ω)	2181.98	2202.90	1347.11	1281.32	#DIV/0!	#DIV/0!	1067.74	975.99	1.81
R0 [20°C]	(Ω)	2279.22	2295.80	1414.17	1343.70	#DIV/0!	#DIV/0!	1126.60	1029.73	1.97
α"	(Ω/°C)	4.862	4.645	3.353	3.119	#DIV/0!	#DIV/0!	2.943	2.687	0.008
α	(1/°C)	0.00213	0.00202	0.00237	0.00232	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00261	0.00261	0.00406
Equation	(Ω)	R = 2279,22 · [1 + 0,00213 · (T - 20°C)]	R = 2295,8 · [1 + 0,00202 · (T - 20°C)]	R = 1414,17 · [1 + 0,00237 · (T - 20°C)]	R = 1343,7 · [1 + 0,00232 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1126,6 · [1 + 0,00261 · (T - 20°C)]	R = 1029,73 · [1 + 0,00261 · (T - 20°C)]	R = 1,97 · [1 + 0,00406 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.99985467	0.99949	0.999821316	0.99955683	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99986649	0.99978459	0.84141337
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	141.674218	141.371	41.55059566	40.4746217	-	-	37.0923442	35.476316	-
I	(A)	0.06054454	0.06067	0.029097056	0.02987057	-	-	0.03259433	0.03407907	-

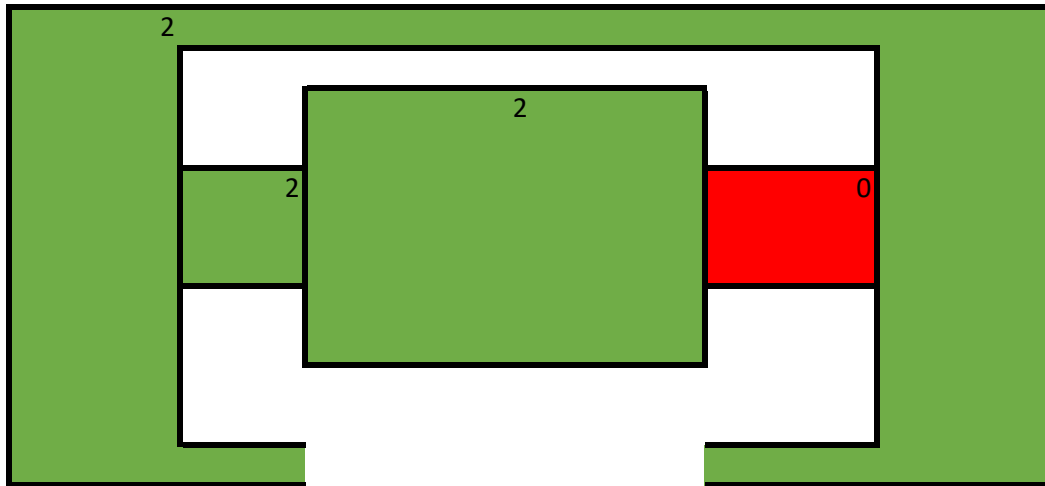
		TTC3 (C)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(l)_pwr	HP(l)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
Expected	(Ω)	ouv.	ouv.	ouv.	1350	2040	2070	ouv.	1000	2
	20 °C	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1335.5615	2024.24242	2053.27869	#DIV/0!	986.138614	1.95156512
	30 °C	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1366.62107	2078.83817	2105.04202	#DIV/0!	1012.19512	2.03504218
	40 °C	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1391.3649	2131.91489	2159.48276	#DIV/0!	1040.70981	2.09205021
R0 [0°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1280.81	1916.82	1946.63	#DIV/0!	931.16	1.82
R0 [20°C]	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1336.61	2024.50	2052.83	#DIV/0!	985.74	1.96
α"	(Ω/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	2.790	5.384	5.310	#DIV/0!	2.729	0.007
α	(1/°C)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00209	0.00266	0.00259	#DIV/0!	0.00277	0.00357
Equation	(Ω)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1336,61 · [1 + 0,00209 · (T - 20°C)]	R = 2024,5 · [1 + 0,00266 · (T - 20°C)]	R = 2052,83 · [1 + 0,00259 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	R = 985,74 · [1 + 0,00277 · (T - 20°C)]	R = 1,96 · [1 + 0,00357 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99574838	0.99993366	0.9997882	#DIV/0!	0.99932409	0.98830539
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	-	-	-	40.3998762	99.899982	100.63186	-	34.7706773	-
I	(A)	-	-	-	0.02992583	0.04897058	0.04861443	-	0.03477068	-

		TTC_4 (D)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(l)_pwr	HP(l)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
Expected	(Ω)	2280	2290	1037	992	1996	2050	1211	1128	3
	20 °C	2168.83117	2183.01	1009.118541	966.052376	1938.10445	1960.86106	1195.20958	1167.44731	1.8353061
	30 °C	2221.72949	2231.63	1035.343035	992.031873	1984.15842	2012.04819	1226.04423	1143.18442	1.91794872
	40 °C	2279.54545	2289.95	1062.899787	1018.40491	2036.58537	2061.7284	1258.1864	1171.3615	1.98060763
R0 [0°C]	(Ω)	2057.3	2074.44	955.12	913.63	1838.56	1860.24	1132.01	1154.79	1.69
R0 [20°C]	(Ω)	2168.02	2181.38	1008.9	965.99	1937.04	1961.1	1194.99	1158.71	1.83
α"	(Ω/°C)	5.536	5.347	2.689	2.618	4.924	5.043	3.149	0.196	0.007
α	(1/°C)	0.00255	0.00245	0.00267	0.00271	0.00254	0.00257	0.00264	0.00017	0.00383
Equation	(Ω)	R = 2168,02	R =	R = 1008,9 · [1 +	R = 965,99 ·	R = 1937,04	R = 1961,1 ·	R = 1194,99	R = 1158,71	R = 1,83 · [1
R ²	(-)	0.9993428	0.99726	0.999795495	0.99998116	0.99860603	0.99992561	0.99985633	0.01643928	0.99373442
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	139.846087	140.152	35.4080923	34.6313153	98.8167565	100.144536	38.2635466	36.929013	-
I	(A)	0.061336	0.0612	0.034144737	0.0349106	0.04950739	0.04885099	0.03159665	0.03273849	-

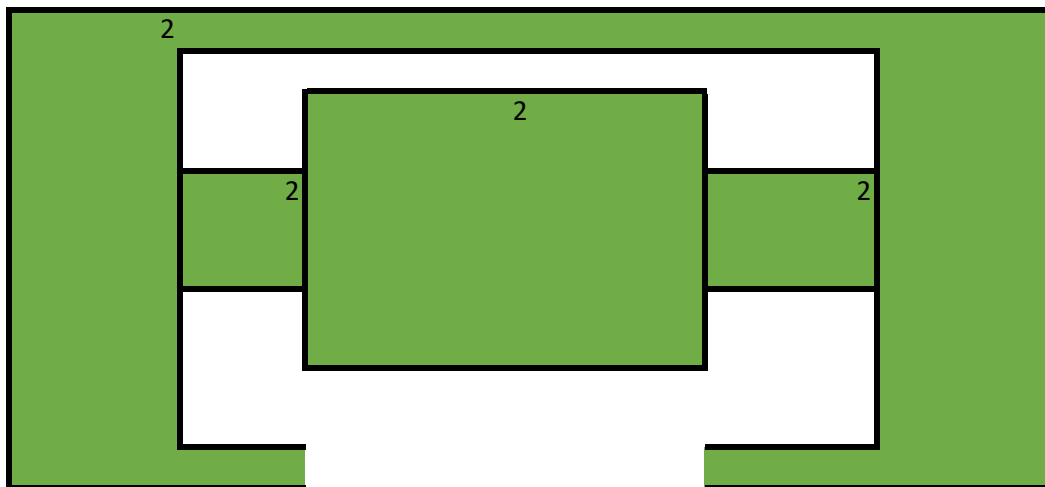
		TTC_2 (B)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
Expected	(Ω)	2180	2190	1023	980	1954	1974	ouv.	ouv.	3
20 °C		2269.23077	2279.55	1022.564103	979.351032	1988.09524	2016.09658	#DIV/0!	#DIV/0!	2.16258879
30 °C		2321.75926	2332.56	1049.473684	1005.04541	2040.7332	2070.24793	#DIV/0!	#DIV/0!	2.24784626
40 °C		2376.77725	2388.1	1077.837838	1031.0559	2096.23431	2122.88136	#DIV/0!	#DIV/0!	2.33703654
R0 [0°C]	(Ω)	2161.27	2170.57	967.05	927.59	1879.48	1909.56	#DIV/0!	#DIV/0!	1.99
R0 [20°C]	(Ω)	2268.81	2279.11	1022.33	979.29	1987.62	2016.34	#DIV/0!	#DIV/0!	2.17
α"	(Ω/°C)	5.377	5.427	2.764	2.585	5.407	5.339	#DIV/0!	#DIV/0!	0.009
α	(1/°C)	0.00237	0.00238	0.00270	0.00264	0.00272	0.00265	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00415
Equation	(Ω)	R = 2268,81 · [1 + 0,00237 · (T - 20°C)]	R = 2279,11 · [1 + 0,00238 · (T - 20°C)]	R = 1022,33 · [1 + 0,0027 · (T - 20°C)]	R = 979,29 · [1 + 0,00264 · (T - 20°C)]	R = 1987,62 · [1 + 0,00272 · (T - 20°C)]	R = 2016,34 · [1 + 0,00265 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 2,17 · [1 + 0,00415 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.99982142	0.99982	0.999769213	0.99998754	0.99976638	0.99993265	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99983061
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	136.744901	137.058	35.16826695	34.4212144	97.7715738	98.2706662	-	-	-
I	(A)	0.06272702	0.06258	0.034377583	0.03512369	0.05003663	0.04978251	-	-	-



B



D



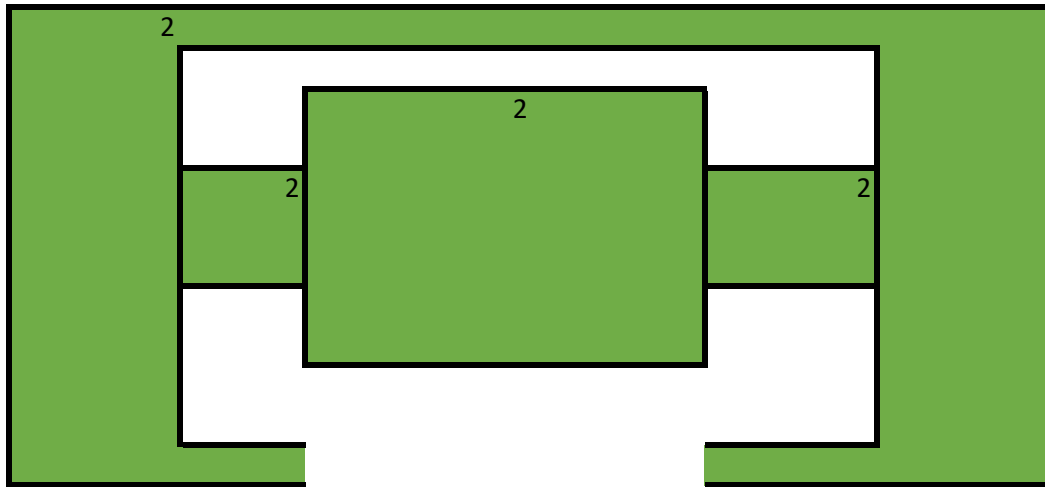
		TTC1 (A)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
Expected	(Ω)	1898	1911	1045	988	1754	1778	949	869	3
	20 °C	1883.45865	1892.25	1032.091097	975.514202	1734.83536	1756.14035	935.211268	855.421687	1.85156848
	30 °C	1923.22457	1938.1	1055.026455	997.995992	1777.97513	1800.35971	959.537572	878.975265	1.89920492
	40 °C	1972.44094	1982.18	1083.695652	1024.69136	1826.64234	1850.27726	987.115956	0,995/1,1E-3	1.9992241
R0 [0°C]	(Ω)	1792.90	1802.62	979.53	925.63	1642.11	1661.05	882.76	808.31	1.70
R0 [20°C]	(Ω)	1881.88	1892.54	1031.13	974.81	1733.91	1755.19	934.66	855.41	1.84
α"	(Ω/°C)	4.449	4.496	2.580	2.459	4.590	4.707	2.595	2.355	0.007
α	(1/°C)	0.00236	0.00238	0.00250	0.00252	0.00265	0.00268	0.00278	0.00275	0.00380
Equation	(Ω)	R = 1881,88 · [1 + 0,00236 · (T - 20°C)]	R = 1892,54 · [1 + 0,00238 · (T - 20°C)]	R = 1031,13 · [1 + 0,0025 · (T - 20°C)]	R = 974,81 · [1 + 0,00252 · (T - 20°C)]	R = 1733,91 · [1 + 0,00265 · (T - 20°C)]	R = 1755,19 · [1 + 0,00268 · (T - 20°C)]	R = 934,66 · [1 + 0,00278 · (T - 20°C)]	R = 855,41 · [1 + 0,00275 · (T - 20°C)]	R = 1,84 · [1 + 0,0038 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.99625418	0.99987	0.995901639	0.99755886	0.99879316	0.99878016	0.99869317	1	0.9597369
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	127.594219	128.03	35.54440884	34.5614236	92.6328702	93.2644653	33.8724224	32.4132843	-
I	(A)	0.06722562	0.067	0.034013788	0.0349812	0.05281235	0.0524547	0.03569275	0.03729952	-

		TTC3 (C)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
Expected	(Ω)	1795	1806	1065	1011	2710	1694	ouv.	ouv.	2
	20 °C	1774.8227	1784.31	1049.473684	996.996997	2698.92473	1671.11853	#DIV/0!	#DIV/0!	1.84435104
	30 °C	1816.69691	1829.98	1075.512406	1022.58727	2740.43716	1716.98113	#DIV/0!	#DIV/0!	1.87851662
	40 °C	1864.05959	1878.05	1105.321508	1049.47368	2786.11111	1765.4321			1.99870718
R0 [0°C]	(Ω)	1684.67	1690.18	993.00	944.30	2611.04	1576.37	#DIV/0!	#DIV/0!	1.68
R0 [20°C]	(Ω)	1773.91	1783.92	1048.84	996.78	2698.22	1670.69	#DIV/0!	#DIV/0!	1.84
α"	(Ω/°C)	4.462	4.687	2.792	2.624	4.359	4.716	#DIV/0!	#DIV/0!	0.008
α	(1/°C)	0.00252	0.00263	0.00266	0.00263	0.00162	0.00282	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00435
Equation	(Ω)	R = 1773,91 · [1 + 0,00252 · (T - 20°C)]	R = 1783,92 · [1 + 0,00263 · (T - 20°C)]	R = 1048,84 · [1 + 0,00266 · (T - 20°C)]	R = 996,78 · [1 + 0,00263 · (T - 20°C)]	R = 2698,22 · [1 + 0,00162 · (T - 20°C)]	R = 1670,69 · [1 + 0,00282 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1,84 · [1 + 0,00435 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.99874066	0.99978	0.998483029	0.99979669	0.99924115	0.999749	#DIV/0!	#DIV/0!	0.9061802
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	124.08381	124.463	35.88293466	34.961393	115.142319	91.0347134	-	-	-
I	(A)	0.06912747	0.06892	0.033692896	0.034581	0.04248794	0.0537395	-	-	-

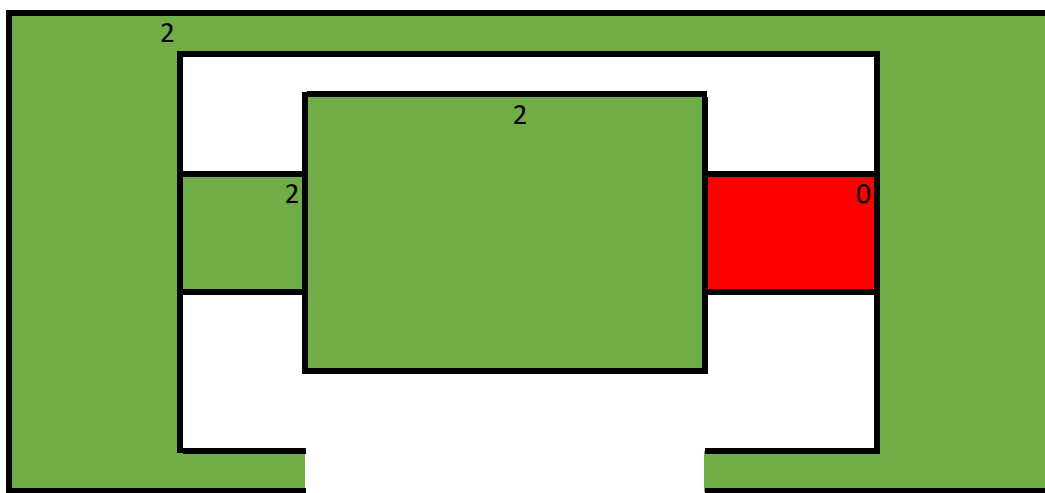
		TTC_4 (D)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
Expected	(Ω)	1932	1941	ouv.	ouv.	1749	1771	1070	997	2
	20 °C	1912.21374	1923.22	#DIV/0!	#DIV/0!	1722.89157	1746.9459	1053.91121	981.280788	1.8939685
	30 °C	1957.03125	1968.57	#DIV/0!	#DIV/0!	1768.55124	1793.90681	1080.17335	1006.06061	1.94079794
	40 °C	2004	2016.1			1816.69691	1843.46225	1109.01001	1032.12435	2.07035831
R0 [0°C]	(Ω)	1820.07	1829.99	#DIV/0!	#DIV/0!	1628.67	1650	998.38	930.22	1.7
R0 [20°C]	(Ω)	1911.85	1922.87	#DIV/0!	#DIV/0!	1722.47	1746.52	1053.48	981.06	1.88
α"	(Ω/°C)	4.589	4.644	#DIV/0!	#DIV/0!	4.690	4.826	2.755	2.542	0.009
α	(1/°C)	0.00240	0.00242	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00272	0.00276	0.00262	0.00259	0.00479
Equation	(Ω)	R = 1911,85 · [1 + 0,0024 · (T - 20°C)]	R = 1922,87 · [1 + 0,00242 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1722,47 · [1 + 0,00272 · (T - 20°C)]	R = 1746,52 · [1 + 0,00276 · (T - 20°C)]	R = 1053,48 · [1 + 0,00262 · (T - 20°C)]	R = 981,06 · [1 + 0,00259 · (T - 20°C)]	R = 1,88 · [1 + 0,00479 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.99981693	0.99981	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99976594	0.99975918	0.99927277	0.99978748	0.93168199
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	128.731982	129.031	-	-	92.5007451	93.0806927	35.9670683	34.7184821	-
I	(A)	0.06663146	0.06648	-	-	0.05288779	0.05255827	0.03361408	0.03482295	-

		TTC_2 (B)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
Expected	(Ω)	2060	2060	1007	966	1835	1860	1112	1036	2
	20 °C	2012.04819	2024.24	990.0596421	950.381679	1810.12658	1833.33333	1094.40176	1021.51639	1.75476221
	30 °C	2061.7284	2074.53	1017.364658	976.470588	1857.14286	1883.45865	1122.74775	1046.16999	1.81033388
	40 °C	2109.47368	2122.88	1046.16999	1004.03226	1908.57143	1934.36293	1152.42494	1073.19699	1.91006918
R0 [0°C]	(Ω)	1914.95	1925.93	933.7	896.49	1710.95	1732.17	1036.16	969.44	1.59
R0 [20°C]	(Ω)	2012.37	2024.57	989.82	950.15	1809.39	1833.19	1094.18	1021.12	1.75
α"	(Ω/°C)	4.871	4.932	2.806	2.683	4.922	5.051	2.901	2.584	0.008
α	(1/°C)	0.00242	0.00244	0.00283	0.00282	0.00272	0.00276	0.00265	0.00253	0.00457
Equation	(Ω)	R = 2012,37 · [1 + 0,00242 · (T - 20°C)]	R = 2024,57 · [1 + 0,00244 · (T - 20°C)]	R = 989,82 · [1 + 0,00283 · (T - 20°C)]	R = 950,15 · [1 + 0,00282 · (T - 20°C)]	R = 1809,39 · [1 + 0,00272 · (T - 20°C)]	R = 1833,19 · [1 + 0,00276 · (T - 20°C)]	R = 1094,18 · [1 + 0,00265 · (T - 20°C)]	R = 1021,12 · [1 + 0,00253 · (T - 20°C)]	R = 1,75 · [1 + 0,00457 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.99986854	0.99987	0.999761738	0.99974888	0.99933084	0.99998018	0.99982458	0.99929748	0.97375328
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	132.928011	132.928	34.89216244	34.1744642	94.7476311	95.3908675	36.6661697	35.3910158	-
I	(A)	0.06452816	0.06453	0.034649615	0.03537729	0.05163359	0.05128541	0.03297317	0.03416121	-

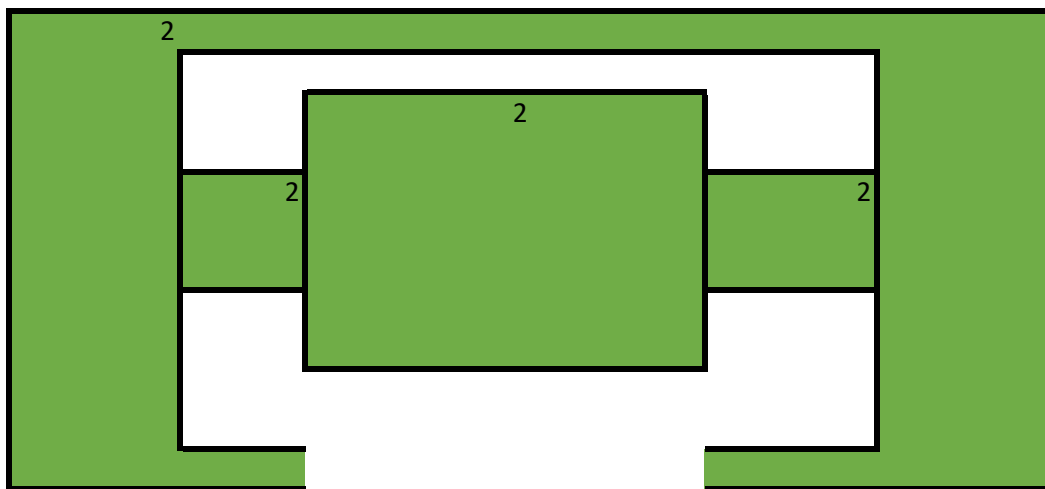
A



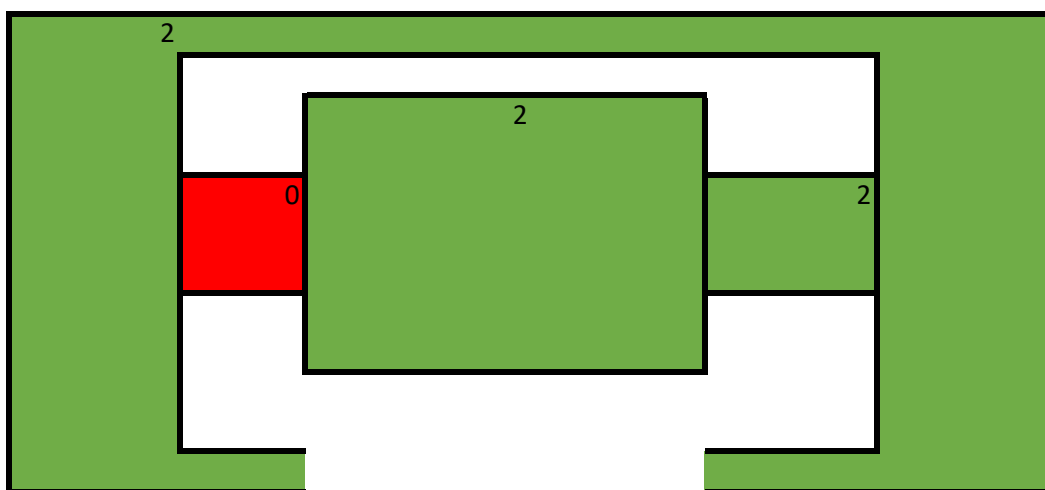
C



B



D



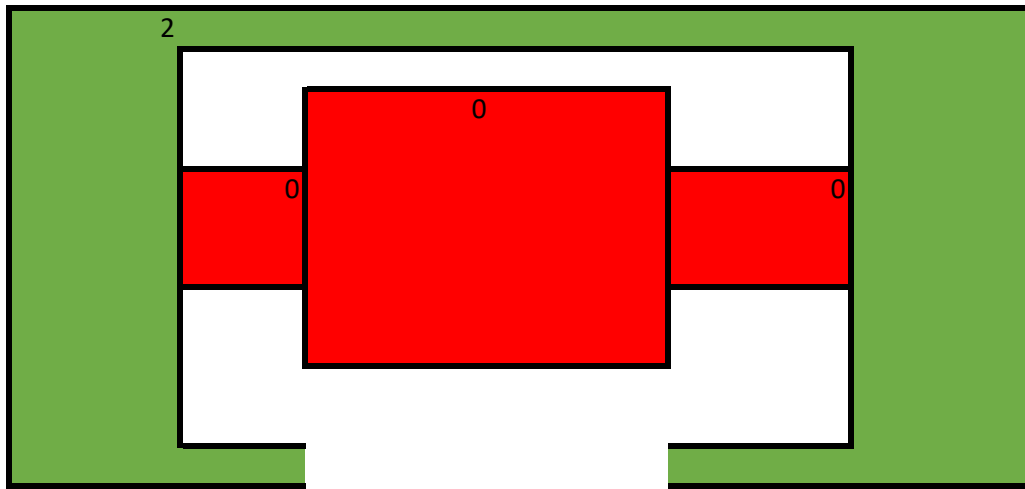
		TTC1 (A)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
Expected	(Ω)	1676	1682	ouv.	ouv.	ouv.	ouv.	ouv.	ouv.	3
	20 °C	1711.11	1719.93	251750.00	251750.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.60
	30 °C	1746.95	1759.23	2189.13	2189.13	#DIV/0!	#DIV/0!	16508.20	16491.80	1.67
	40 °C	1787.50	1797.13	201400.00	201400.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.72
R0 [0°C]	(Ω)	1633.94	1642.97	227304.7101	227304.7101	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.49
R0 [20°C]	(Ω)	1710.32	1720.16	176954.7101	176954.7101	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.61
α"	(Ω/°C)	3.819	3.860	-2517.5	-2517.5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.006
α	(1/°C)	0.00223	0.00224	-0.014226804	-0.0142268	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00368
Equation	(Ω)	R = 1710,32 · [1 + 0,00223 · (T - 20°C)]	R = 1720,16 · [1 + 0,00224 · (T - 20°C)]							R = 1,61 · [1 + 0,00368 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.99872936	0.99989	0.036389067	0.036389067	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99691878
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	119.900198	120.115	-	-	-	-	-	-	-
I	(A)	0.0715395	0.07141	-	-	-	-	-	-	-

		TTC3 (C)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
Expected	(Ω)	1852	1861	784	748	1641	1664	ouv.	ouv.	2
	20 °C	1836.70	1846.86	773.97	738.64	1626.02	1647.45	#DIV/0!	#DIV/0!	1.67
	30 °C	1881.58	1892.25	795.67	758.99	1669.45	1692.05	#DIV/0!	#DIV/0!	1.72
	40 °C	1928.71	1936.17	817.96	780.05	1712.33	1737.85	#DIV/0!	#DIV/0!	1.78
R0 [0°C]	(Ω)	1744.31	1757.80	729.88	697.12	1539.80	1556.85	#DIV/0!	#DIV/0!	1.56
R0 [20°C]	(Ω)	1836.32	1847.11	773.87	738.53	1626.11	1647.25	#DIV/0!	#DIV/0!	1.67
α"	(Ω/°C)	4.601	4.465	2.199	2.070	4.316	4.520	#DIV/0!	#DIV/0!	0.005
α	(1/°C)	0.00251	0.00242	0.00284	0.00280	0.00265	0.00274	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00328
Equation	(Ω)	R = 1836,32 · [1 + 0,00251 · (T - 20°C)]	R = 1847,11 · [1 + 0,00242 · (T - 20°C)]	R = 773,87 · [1 + 0,00284 · (T - 20°C)]	R = 738,53 · [1 + 0,0028 · (T - 20°C)]	R = 1626,11 · [1 + 0,00265 · (T - 20°C)]	R = 1647,25 · [1 + 0,00274 · (T - 20°C)]			R = 1,67 · [1 + 0,00328 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.999801	0.99991	0.9999424	0.999901471	0.99998631	0.999941374	#DIV/0!	#DIV/0!	0.99967543
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	126.038546	126.344	30.7872701	30.07211333	89.5993	90.22502003	-	-	-
I	(A)	0.06805537	0.06789	0.039269477	0.04020336	0.054600427	0.054221767	-	-	-

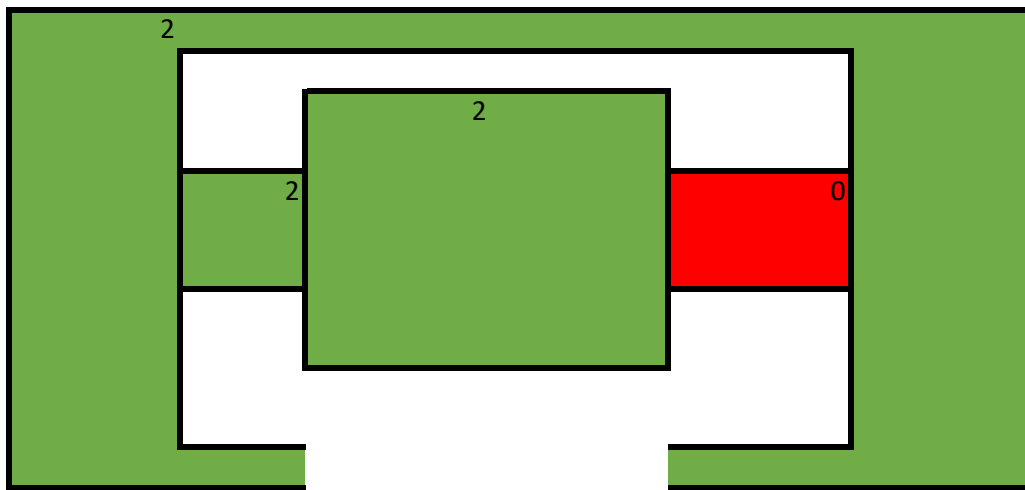
		TTC_4 (D)								
		1 10	2 10	3 10	4 10	5 10	6 10	7 10	8 10	9 10
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
Expected	(Ω)	1820	1830	992	939	1661	1683	864	790	3
	20 °C	1800.36	1813.41	980.31	927.31	1642.04	1661.13	852.49	778.82	1.65
	30 °C	1846.86	1860.59	1006.06	951.24	1686.34	1709.40	877.32	801.45	1.70
	40 °C	1895.83	1906.67	1032.12	976.47	1734.84	1759.23	903.72	824.07	1.76
R0 [0°C]	(Ω)	1704.48	1720.33	928.45	877.93	1548.54	1562.77	800.99	733.58	1.54
R0 [20°C]	(Ω)	1799.96	1813.59	980.26	927.09	1641.34	1660.87	852.22	778.83	1.65
α"	(Ω/°C)	4.774	4.663	2.590	2.458	4.640	4.905	2.562	2.262	0.006
α	(1/°C)	0.00265	0.00257	0.00264	0.00265	0.00283	0.00295	0.00301	0.00290	0.00335
Equation	(Ω)	R = 1799,96 · [1 + 0,00265 · (T - 20°C)]	R = 1813,59 · [1 + 0,00257 · (T - 20°C)]	R = 980,26 · [1 + 0,00264 · (T - 20°C)]	R = 927,09 · [1 + 0,00265 · (T - 20°C)]	R = 1641,34 · [1 + 0,00283 · (T - 20°C)]	R = 1660,87 · [1 + 0,00295 · (T - 20°C)]	R = 852,22 · [1 + 0,00301 · (T - 20°C)]	R = 778,83 · [1 + 0,0029 · (T - 20°C)]	R = 1,65 · [1 + 0,00335 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.99977765	0.99995	0.999987434	0.999770012	0.999320852	0.999916479	0.999684201	0.99999996	0.99734288
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	124.944916	125.288	34.63131531	33.69348602	90.14365069	90.73866475	32.31990099	30.90485399	-
I	(A)	0.06865105	0.06846	0.0349106	0.035882307	0.054270711	0.053914833	0.037407293	0.039120068	-

		TTC_2 (B)								
		11 20	12 20	13 20	14 20	15 20	16 20	17 20	18 20	19 20
		PH_pwr	PH_sens	HP(I)_pwr	HP(I)_sens	CH_pwr	CH_sens	HP(R)_sens	HP(R)_pwr	ground sens
Area	(cm ²)	0.14296	0.14296	0.00403	0.00403	0.061152	0.061152	0.00403	0.00403	-
Expected	(Ω)	1644	1653	ouv.	ouv.	1514	ouv.	793	727	2
	20 °C	1623.38	1633.99	#DIV/0!	#DIV/0!	1495.51	#DIV/0!	781.89	716.04	1.60
	30 °C	1666.67	1679.53	#DIV/0!	#DIV/0!	1538.46	#DIV/0!	805.35	738.10	1.65
	40 °C	1714.04	1725.86	#DIV/0!	#DIV/0!	1584.79	#DIV/0!	829.72	760.15	1.70
R0 [0°C]	(Ω)	1532.03	1541.98	#DIV/0!	#DIV/0!	1405.67	#DIV/0!	733.91	671.93	1.50
R0 [20°C]	(Ω)	1622.70	1633.86	#DIV/0!	#DIV/0!	1494.95	#DIV/0!	781.74	716.04	1.60
α"	(Ω/°C)	4.533	4.594	#DIV/0!	#DIV/0!	4.464	#DIV/0!	2.391	2.206	0.005
α	(1/°C)	0.00279	0.00281	#DIV/0!	#DIV/0!	0.00299	#DIV/0!	0.00306	0.00308	0.00323
Equation	(Ω)	R = 1622,7 · [1 + 0,00279 · (T - 20°C)]	R = 1633,86 · [1 + 0,00281 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	#DIV/0!	R = 1494,95 · [1 + 0,00299 · (T - 20°C)]	#DIV/0!	R = 781,74 · [1 + 0,00306 · (T - 20°C)]	R = 716,04 · [1 + 0,00308 · (T - 20°C)]	R = 1,6 · [1 + 0,00323 · (T - 20°C)]
R ²	(-)	0.99932397	0.99998	#DIV/0!	#DIV/0!	0.999524712	#DIV/0!	0.99988188	0.999999998	0.99975742
P0	(W/cm ²)	60	60	300	300	80	80	300	300	-
P	(W)	8.5776	8.5776	1.209	1.209	4.89216	4.89216	1.209	1.209	-
V	(V)	118.75005	119.075	-	-	86.06236251	-	30.96347849	29.64697286	-
I	(A)	0.07223239	0.07204	-	-	0.056844361	-	0.039046001	0.04077988	-

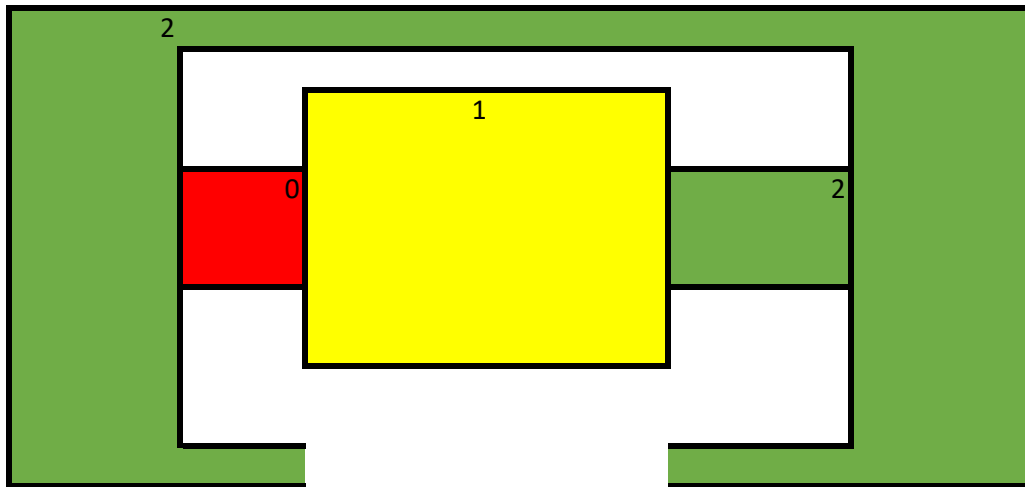
A



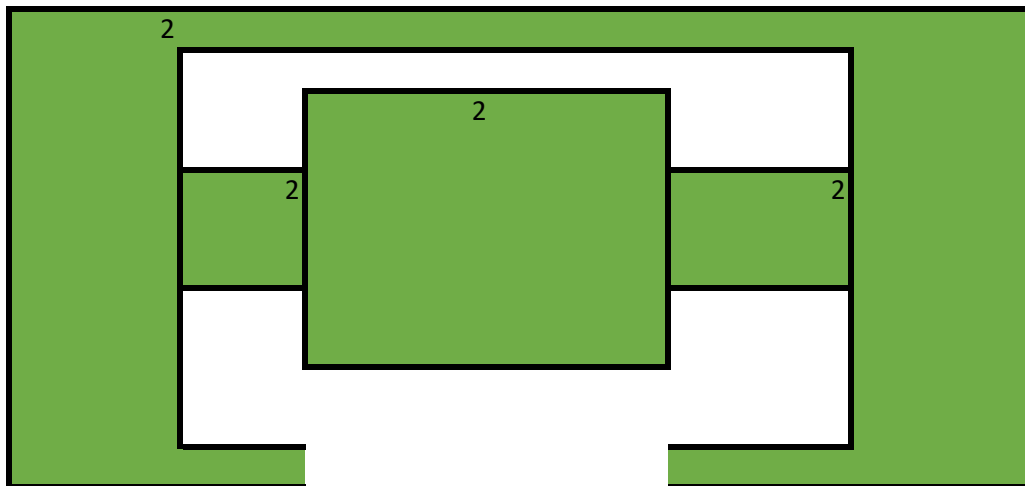
C



B

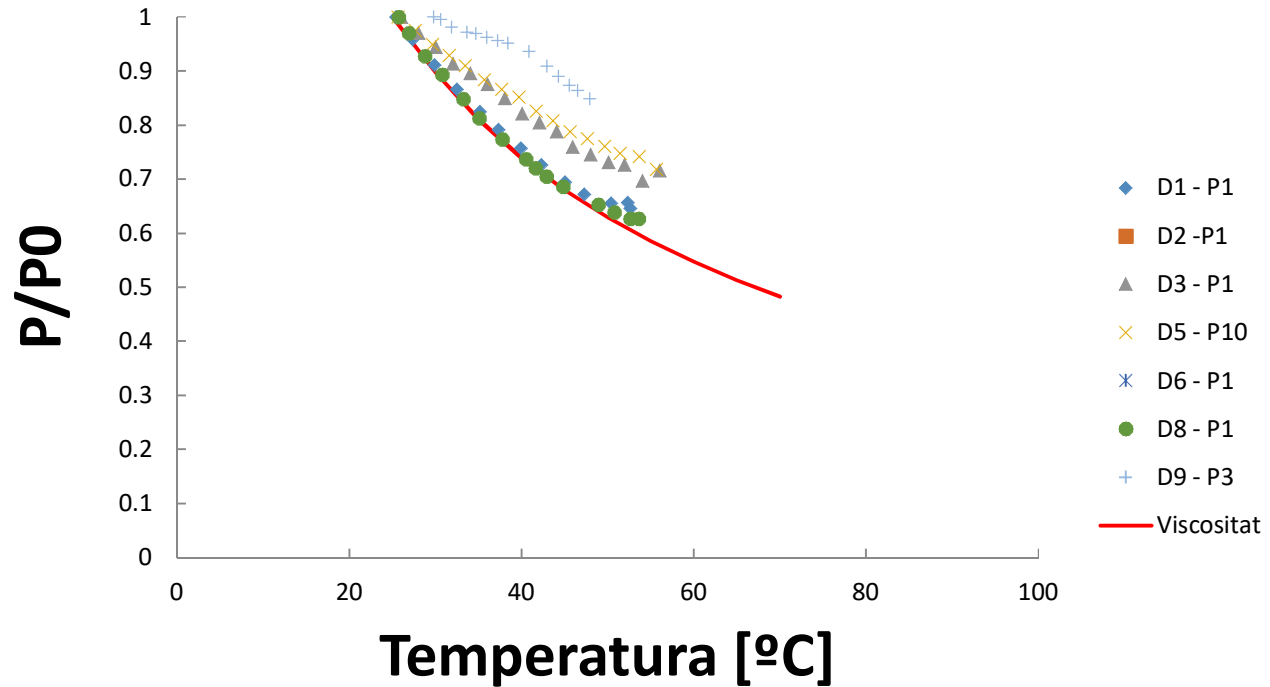


D



ANNEX XIV: RESULTATS CARACTERITZACIONS HIDRÀULIQUES

Efecte de les alets i vàlvules



D1 - P1		AP max:	7215.24				
T_in [°C]	T_out [°C]	T_dispositiu [°C]	P_in [Pa]	P_out [Pa]	AP [Pa]	Q [ml/min]	AP/Pmax
53.058	52.215	52.6365	4653.97	-3.1492	4657.12	24.4285	0.64545601
52.736	51.924	52.33	4738.64	4.57907	4734.06	24.4533	0.65611955
50.824	49.991	50.4075	4709.58	-16.9231	4726.5	23.8779	0.65507176
47.631	46.964	47.2975	4835.74	-10.3714	4846.11	23.862	0.67164918
45.307	44.734	45.0205	4978.69	-27.8426	5006.54	23.515	0.69388406
42.532	42.061	42.2965	5209.51	-29.01	5238.53	23.7023	0.72603683
40.13	39.684	39.907	5432.77	-25.4911	5458.26	23.5454	0.75649043
37.498	37.176	37.337	5683.91	-29.522	5713.43	23.689	0.79185585
35.325	35.029	35.177	5915.9	-31.87	5947.77	23.9	0.82433433
32.631	32.411	32.521	6216.1	-35.57	6251.67	23.779	0.86645351
29.954	29.794	29.874	6539.14	-31.37	6570.51	23.959	0.91064331
27.377	27.302	27.3395	6864.86	-48	6912.87	23.75	0.95809287
25.437	25.366	25.4015	7175.31	-39.937	7215.24	23.673	1

D2 -P1 **AP max:** 1816.43

T_in [°C]	T_out [°C]	T_dispositiu [°C]	P_in [Pa]	P_out [Pa]	AP [Pa]	Q [ml/min]	AP/Pmax
52.599	51.939	52.269	1348.75	56.1074	1292.64	32.2534	0.71163766
50.637	50.004	50.3205	1295.33	-11.5904	1306.92	31.4616	0.71949924
47.589	47.099	47.344	1313.97	17.8061	1296.17	32.4658	0.71358104
43.071	42.678	42.8745	1405.19	32.2537	1372.94	32.749	0.75584526
40.062	39.763	39.9125	1481.79	14.9517	1466.84	33.5298	0.80754006
37.746	37.507	37.6265	1540.08	18.9826	1521.1	34.9089	0.83741185
35.703	35.49	35.5965	1583.59	8.23075	1575.36	33.9552	0.86728363
32.376	32.195	32.2855	1659.02	-20.1584	1679.18	31.1553	0.9244397
30.828	30.683	30.7555	1703.7	14.4472	1689.26	33.947	0.92998904
27.466	27.371	27.4185	1764.68	3.69531	1760.99	33.5275	0.96947859
25.841	25.79	25.8155	1777.62	-38.8046	1816.43	33.5138	1

D3 - P1 **AP max:** 1132.62445

T_in [°C]	T_out [°C]	T_dispositiu [°C]	P_in [Pa]	P_out [Pa]	AP [Pa]	Q [ml/min]	AP/Pmax
26.18	25.856	26.018	1125.39	-7.23445	1132.62445	32.1512	1
28.254	27.861	28.0575	1092.29	-6.3947	1098.6847	32.0404	0.97003442
30.366	29.746	30.056	1059.37	-9.75518	1069.12518	31.9206	0.94393617
32.465	31.644	32.0545	1029.64	-5.21818	1034.85818	31.7276	0.91368165
34.639	33.473	34.056	1009.64	-5.05055	1014.69055	31.8789	0.89587555
36.761	35.378	36.0695	984.278	-7.40208	991.68008	32.1268	0.87555948
38.676	37.424	38.05	957.4	-4.71529	962.11529	32.321	0.84945658
40.775	39.328	40.0515	930.015	0.661439	929.353561	32.1241	0.82053108
42.687	41.413	42.05	915.063	4.02032	911.04268	32.6325	0.80436431
44.883	43.218	44.0505	894.905	2.17325	892.73175	32.2506	0.78819749
46.803	45.086	45.9445	868.868	8.55576	860.31224	32.1436	0.75957414
48.928	47.089	48.0085	852.908	8.89259	844.01541	32.2066	0.74518558
51.083	49.048	50.0655	842.661	15.2751	827.3859	32.1635	0.7305033
53.264	50.629	51.9465	839.637	16.6193	823.0177	32.2236	0.72664659
55.924	52.211	54.0675	816.958	27.3712	789.5868	32.3979	0.69713028
57.345	54.733	56.039	849.213	38.1215	811.0915	32.308	0.71611689

D5 - P10 AP max: 4539.2828

T_in [°C]	T_out [°C]	T_dispositiu [°C]	P_in [Pa]	P_out [Pa]	AP [Pa]	Q [ml/min]	AP/Pmax
25.694	25.665	25.6795	4515.08	-24.2028	4539.2828	30.2805	1
27.593	27.785	27.689	4419.49	-5.58019	4425.07019	30.3032	0.97483906
29.671	29.675	29.673	4307.11	-0.03583	4307.14583	30.2789	0.94886043
31.59	31.576	31.583	4224.96	10.3792	4214.5808	29.9956	0.92846844
33.47	33.455	33.4625	4163.98	33.44	4130.54	30.2403	0.90995432
35.946	35.417	35.6815	4028.58	19.4501	4009.1299	30.0072	0.88320778
37.91	37.404	37.657	3946.77	18.2751	3928.4949	30.1742	0.86544396
39.91	39.488	39.699	3892.85	27.0092	3865.8408	29.7394	0.85164132
41.852	41.484	41.668	3777.94	28.5225	3749.4175	29.4969	0.82599337
43.902	43.343	43.6225	3700.33	34.7374	3665.5926	29.7759	0.80752682
46.035	45.244	45.6395	3611.63	34.7374	3576.8926	29.6307	0.78798629
47.999	47.276	47.6375	3553.17	34.5698	3518.6002	29.5835	0.77514452
50.035	49.256	49.6455	3492.7	39.2728	3453.4272	29.1584	0.76078697
51.942	50.994	51.468	3425.67	33.39	3392.28	29.7241	0.74731629
54.111	53.186	53.6485	3410.22	46.4966	3363.7234	29.5411	0.7410253
56.528	54.814	55.671	3308.92	50.6968	3258.2232	29.0883	0.7177837

D6 - P1 AP max: 5973.95

T_in [°C]	T_out [°C]	T_dispositiu [°C]	P_in [Pa]	P_out [Pa]	AP [Pa]	Q [ml/min]	AP/Pmax
55.455	54.537	54.996	3808.23	-724.04	4532.28	29.9821	0.75867391
52.629	51.89	52.2595	3858.63	-735.29	4593.93	29.398	0.76899371
50.218	49.282	49.75	3896.6	-740.67	4637.27	29.398	0.77624855
47.381	46.701	47.041	3955.06	-745.04	4700.09	29.7	0.7867642
45.325	44.899	45.112	4008.14	-749.24	4757.38	29.886	0.79635417
42.273	41.824	42.0485	4053.16	-751.08	4804.25	30.1533	0.8041999
40.756	40.129	40.4425	4098.69	-745.88	4844.56	30.351	0.81094753
37.449	37.159	37.304	4278.77	-752.26	5031.03	31.0126	0.84216138
34.897	34.783	34.84	4423.91	-753.77	5177.68	31.295	0.86670963
32.636	32.52	32.578	4648.85	-757.97	5406.82	31.74	0.90506616
30.409	30.001	30.205	4949.21	-762.511	5711.72	32.3	0.95610442
27.61	27.546	27.578	5213.45	-760.49	5973.95	32.6	1

D8 - P1		AP max:	10232.8819				
T_in [°C]	T_out [°C]	T_dispositiu [°C]	P_in [Pa]	P_out [Pa]	AP [Pa]	Q [ml/min]	AP/Pmax
54.335	52.905	53.62	6418.58	11.1564	6407.4236	22.7422	0.62616022
53.324	51.961	52.6425	6424.12	7.62833	6416.49167	22.86	0.62704639
51.358	50.157	50.7575	6520.88	-8.33108	6529.21108	22.5846	0.6380618
49.418	48.411	48.9145	6668.38	-7.32216	6675.70216	22.5603	0.65237752
45.186	44.391	44.7885	6993.77	-25.1286	7018.8986	22.4961	0.68591612
43.231	42.536	42.8835	7183.43	-31.0083	7214.4383	22.6143	0.70502507
41.941	41.297	41.619	7342.51	-32.1848	7374.6948	22.672	0.72068601
40.832	40.231	40.5315	7506.97	-38.9041	7545.8741	22.6119	0.73741436
37.96	37.545	37.7525	7868.49	-48.9839	7917.4739	22.8995	0.77372865
35.259	34.94	35.0995	8265.61	-49.656	8315.266	22.8623	0.81260256
33.37	33.058	33.214	8620.06	-57.3827	8677.4427	22.8751	0.84799598
30.844	30.65	30.747	9067.08	-68.8067	9135.8867	22.9434	0.89279704
28.861	28.707	28.784	9428.09	-67.2949	9495.3849	22.9518	0.92792871
26.99	26.895	26.9425	9862.67	-66.4536	9929.1236	23.1355	0.97031547
25.723	25.652	25.6875	10158.7	-74.1819	10232.8819	23.0757	1

D9 - P3		AP max:	14736.9074				
T_in [°C]	T_out [°C]	T_dispositiu [°C]	P_in [Pa]	P_out [Pa]	AP [Pa]	Q [ml/min]	AP/Pmax
48.63	47.293	47.9615	12508.2	6.48878	12501.7112	18.5983	0.84832665
47.095	45.901	46.498	12690.6	-28.6213	12719.2213	18.6551	0.86308619
46.118	45.005	45.5615	12851.7	-9.63826	12861.3383	18.766	0.8727298
44.848	43.732	44.29	13083.2	-36.1804	13119.3804	18.8192	0.89023973
43.435	42.51	42.9725	13364.8	-27.9492	13392.7492	19.0026	0.90878967
41.261	40.476	40.8685	13712.7	-84.057	13796.757	18.9776	0.93620436
38.762	38.099	38.4305	13961.4	-61.4019	14022.8019	18.7504	0.95154306
37.514	36.919	37.2165	14041.2	-53.4824	14094.6824	18.6968	0.95642064
36.263	35.699	35.981	14133.5	-43.4042	14176.9042	18.6662	0.96199995
34.919	34.451	34.685	14238.8	-49.2838	14288.0838	18.546	0.96954425
33.929	33.494	33.7115	14209.1	-102.199	14311.299	19.0874	0.97111956
32.06	31.754	31.907	14365.6	-89.4322	14455.0322	18.9087	0.98087284
30.708	30.542	30.625	14570.4	-99.3443	14669.7443	18.7166	0.99544252
29.883	29.741	29.812	14684.6	-52.3074	14736.9074	18.7963	1

Viscositat Numerical values

T	P/P0
25	1
30	0.89637561
35	0.81080111
40	0.73968489
45	0.67995136
50	0.6291503
55	0.58536239
60	0.54704205
65	0.51303747
70	0.48248842